

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Prosessi- ja materiaalitekniikan osasto

Puunjalostustekniikan laitos

PÄIVI KÄKI (E. LÄHEPELTO)

SC-PAINEHIOKKEEN KARKEAN KUITUJAKEEN JA
TIKKUPITOISUUDEN VÄHENTÄMINEN

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkas-
tettavaksi diplomi-insinöörin tutkintoa varten
Espoossa 1.10.1992.

Työn valvoja
Työn ohjaaja

prof. Hannu Paulapuro
dipl.ins. Erkki Peltonen

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Puunjalostustekniikan laitos
Kirjasto

PK

Tekijä: Päivi Käki (e. Lähepelto)

Työn nimi:

SC-painehiokkeen karkean kuitujakeen ja
tikkupitoisuuden vähentäminen

Päivämäärä: 1.10.1992

Sivumäärä: 67

Osasto: Prosessi- ja materiaalitekniikan osasto
Laitos: Puunjalostustekniikan laitos

Professuuri: Puu-21,
Paperitekniikka

Työn valvoja: professori Hannu Paulapuro

Työn ohjaaja: diplomi-insinööri Erkki Peltonen

Diplomityön tavoitteena oli SC-painehiokkeen karkeiden kuitujen, kuitukimppujen ja tikkupitoisuuden vähentäminen siten, että hiokkeen paperitekniset ominaisuudet eivät oleellisesti huononisi.

Työn kirjallisuusosassa perehdyttiin SC-syväpainopaperilta ja -offsetpaperilta vaadittaviin ominaisuuksiin sekä näiden paperilajien kuitumateriaalille asettamiin vaatimuksiin. Lisäksi perehdyttiin eri lajittamokomponentteihin ja mahdollisuuksiin hallita paperiteknisia ominaisuuksia lajittamossa.

Kokeellinen osa jakautuu kahteen osaan. Tehdaskoeajoissa karkeita kuituja ja tikkuja pyrittiin vähentämään optimoimalla kivenalusfreenessia. Pilot-kokeissa selvitettiin erilaisten sihtisylinteriyhdistelmien ja rejektisuhteiden sekä rejektijauhatuksen tehokkuuden vaikutuksia.

Kaikki SC-paperilta vaadittavat ominaisuudet olivat 60 ml kivenalusfreeness-tasolla parempia kuin korkeammilla free-ness-arvoilla. Lisäksi massan tikkupitoisuus oli alhaisempi. Rakolajittelulla savutettiin parempi tikkureduktio kuin reikälaajittelulla. Rakolajittelun tikkureduktio oli lähes riippumaton rejektisuhteesta. Karkeat kuidut (+14-jae) pysytään poistamaan rakolajittelulla tehokkaammin kuin reikälaajittelulla. Pitkäkuitusaanto (+28-jae) on reikälaajittelussa suurempi kuin rakolajittelussa. Freeness putoaa rakolajittelussa enemmän kuin reikälaajittelussa.

ALKULAUSE

Tämä työ on tehty Myllykoski Oy:n toimeksiannosta. Työn ohjaajana toimi diplomi-insinööri Erkki Peltonen ja valvojana professori Hannu Paulapuro, joille haluan esittää parhaat kiitokseni. Lisäksi kiitän "hiomon poikia" työni aikana saamastani avusta sekä laboratoriohenkilökuntaa tarkasta työstä.

Tampellan Papertech'ille - erityisesti Riitta Tuomiselle ja Heikki Liimataiselle kiitokset yhteistyöstä ja asiantuntevasta opastuksesta.

Lisäksi haluan kiittää kotijoukkoja: miestäni Mattia tuesta työni aikana, sekä poikaani Villeä, joka oli tiiviisti työssä mukana ennen ja jälkeen syntymänsä.

Espoossa 22.9.1992

Päivi Kärki

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO.....	1
2.	SC-PAPERI.....	1
2.1	YLEISIÄ PAINOPAPEREILLE ASETELLUJA VAATIMUKSIA.....	1
2.2	SC-SYVÄPAINOPAPERILTA VAADITTAVAT OMINAISUUDET.....	2
2.3	OFFSETPAPERILTA VAADITTAVAT OMINAISUUDET.....	3
3.	SC-PAPERIN VAATIMUKSET RAAKA-AINEILLE.....	4
3.1	SELLULOOSA.....	4
3.2	TÄYTEAINE.....	4
3.3	MEKAANINEN MASSA.....	4
3.3.1	PAINOPAPERIEN YLEISET VAATIMUKSET.....	5
3.3.2	SYVÄPAINOPAPERIN VAATIMUKSET MASSALLE.....	7
3.3.3	OFFSET-PAPERIN VAATIMUKSET MASSALLE.....	7
4.	HIOKEMASSAT.....	8
4.1	YLEISTÄ.....	8
4.2	MASOJEN KUITUJAKAUMAT.....	11
4.2.1	PITKÄKUITUJAE.....	11
4.2.2	KESKIJAE.....	12
4.2.3	HIENOAINE.....	12
4.2.4	TIKUT.....	13
4.3	MASSAFRAKTIOIDEN OMINAISUUDET.....	13
4.4	JAKEIDEN VAIKUTUS MASSAN OMINAISUUKSIIN.....	15
5.	HIOKEMASOJEN SOVELTUVUUS SC-PAPERIN VALMISTUKSEEN.....	16

5.1	LUJUUSOMINAISUUDET.....	16
5.2	OPTISET OMINAISUUDET.....	17
6.	HIOKKEEN LAJITTELU.....	18
6.1	YLEISTÄ.....	18
6.2	SC-PAPERIHIOKKEEN LAJITTELU.....	18
6.3	LAJITINKOMPONENTIT.....	19
6.3.1	SIHDIT.....	20
6.3.2	PYÖRREPUHDISTIN.....	24
6.3.3	REJEKTIJAUHIN.....	26
6.3.4	JÄLKIJAUHATUS.....	28
6.4	SC-HIOKELAJITTAMON AJOSTRATEGIOITA.....	28
7.	KIRJALLISUUSOSAN YHTEENVETO.....	32
8.	KOESUUNNITELMA.....	35
8.1	TEHDASKOEAJOT.....	35
8.1.1	LABORATORIOMÄÄRITYKSET.....	39
8.2	TAMPELLA-KOEAJOT.....	39
8.2.1	LABORATORIOMÄÄRITYKSET.....	43
8.2.2	TULOSTEN KÄSITTELY.....	45
8.3	LAJITTELUN JA REJEKTINJAUHATUKSEN TUNNUSLUVUT.....	46
9.	KOKEIDEN TULOKSET.....	48
9.1	TEHDASKOEAJOT.....	48
9.2	TAMPELLA-KOEAJOT.....	51
9.2.1	MYLLYKOSKI OY:N LAJITTAMON SIMULOINTI.....	51
9.2.2	REIKÄ- JA RAKOLAJITTELUN VERTAILU.....	53
9.2.3	KIERRÄTYKSEN VAIKUTUS MASSAN LAJITTELUUN.....	60
9.2.4	REJEKTINJAUHATUSKOE.....	62
9.3	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	63

10. TULOSTEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI.....64

11. KOKEELLISEN OSAN YHTEENVETO.....66

LÄHDELUETTELO

LIITTEET

1. JOHDANTO

SC-paperi on päällystämätön puupitoinen painopaperi, jota käytetään sekä offset- että syväpainoissa. Pääasialliset käyttökohteet ovat aikakauslehdet sekä erilaiset mainospainoluettelot.

SC-paperin pääraaka-aine on mekaaninen massa, joka voi olla hioketta (GW), painehioketta (PGW), superpainehioketta (PGW-S) tai lämpöhierrettä (TMP). Massan valmistuksen yhteydessä mekaanisen massan joukkoon joutuu erilaista paperinvalmistukseen kelpaamatonta materiaalia. Näitä ovat mm. kuituuntumattomat partikkelit, kuitukimput sekä kuoriroskat.

Tässä harjoitustyössä tutustutaan kirjallisuuden avulla hiokkeen, painehiokkeen ja superpainehiokkeen ominaisuuksiin sekä näiden massojen soveltuvuuteen SC-paperin valmistukseen. Työhön sisältyy SC-offsetpaperin ja -syväpainopaperin tuoteanalyysit. Lisäksi työssä tutustutaan hiokemassojen lajitteluun ja mahdollisuuksiin vaikuttaa massajakeisiin lajittelun avulla.

2. SC-PAPERI

SC-paperin tyypillinen neliömassa on joko 56 tai 60 g/m². Paperin kuitujae sisältää 75 - 90 % mekaanista massaa, 10 - 25 % valkaistua tai puolivalkaistua mäntysulfaattisellua ja täyteainetta. Syväpainopaperin täyteainepitoisuus on 25 - 30 % ja offsetpaperin 23 - 27 %. Täyteaineena käytetään kaoliinia ja talkkia /1/.

2.1 YLEISIÄ PAINOPAPEREILLE ASETETTUJA VAATIMUKSIA

SC-paperilta vaaditaan hyvää ajettavuutta superkalanterilla ja painokoneella, painettavuutta joko syvä- tai offsetpainossa sekä painetun tuotteen käsiteltävyyttä /1/. Ajettavuudella tarkoitetaan niitä paperin ominaisuuksia, jotka vaikuttavat paperin häiriöttömään kulkuun painokoneella.

Paperin konesuuntaisen vetolujuuden täytyy olla hyvä ja tasainen, jotta katkojen määrä painokoneella olisi vähäinen. Katkojen määrään vaikuttavat myös poikkisuuntainen repäisylujuus sekä rainassa olevat jännityshuiput ja virheellisyydet, kuten tikut /1/.

Painettavuudella tarkoitetaan niitä ominaisuuksia, jotka määräävät saavutettavissa olevan painojäljen laadun. Paperin painettavuuteen vaikuttavat paperin vaaleus, opasiteetti, formaatio ja paperin symmetrisyys. Hyvä painettavuus saavutetaan riittävän laajalla sävyntoistoalueella, hyvällä painojäljen densiteetillä, mahdollisimman vähäisellä läpipainatuksella, tasaisella painojäljellä sekä painojäljen samanlaisuudella paperin molemmilla puolilla /2/.

Painetun tuotteen käsiteltävyyteen vaikuttaa paperin jäykkyys.

2.2 SC-SYVÄPAINOPAPERILTA VAADITTAVAT OMINAISUUDET

Syväpainoprosessi vaatii paperilta sileyttä, pinnan tasaisuutta sekä alhaista huokoisuutta /3/. Syväpainossa värinsiirron onnistuminen eli kupeissa olevan värin ja paperin pinnan välinen kosketus riippuu ratkaisevasti pinnan sileydestä. Sileydellä / karheudella on myös suora vaikutus sekä paperin että painojäljen kiiltoon. Sileyden kasvaessa painojäljen kiilto kasvaa ja myös muut painojäljen optiset ominaisuudet paranevat /4/.

Paperin kokoonpuristuvuus on myös tärkeä ominaisuus värinsiirron kannalta. Kokoonpuristuvuuden kasvu parantaa kontaktia paperin ja painotelan välillä, jolloin painosileyks paranee ja puuttuvien pisteiden määrä vähenee /4/. Nykyisin monissa syväpainoissa käytetään sähköavusteista painomenetelmää, jossa paperin kokoonpuristuvuudella ei juurikaan ole merkitystä. Paperit ovat tiivitä ja kokoonpuristumattomia, mutta painojälki on silti hyvä.

Paperin pintakemialliset ominaisuudet vaikuttavat värinsiirrossa värikupin tyhjentymiseen, paperin pinnan kastelemiseen värillä sekä värin tunkeutumiseen paperiin /4/.

Huokoisuus ja öljynabsorptiokyky vaikuttavat painovärin tunkeutumiseen paperiin. Tavoitteena on mahdollisimman alhainen painovärinabsorptio, jolloin pienemmällä värimäärällä saataisiin mahdollisimman hyvä painojäljen laatu. Painovärin alhaisen viskositeetin vuoksi paperin huokoisuuden tulee olla pieni /3/. Huokoisuuden ja öljynabsorptiokyvyn vaihtelut aiheuttavat painoväriabsorption epätasaisuutta ja näin painojäljen epätasaisuutta /4/.

2.3 OFFSETPAPERILTA VAADITTAVAT OMINAISUUDET

Paperin pölyäminen on offsetpainatuksen suurimpia ongelmia. Pölyämisellä tarkoitetaan ilmiötä, jossa tapahtuu kuituaineksen irtoamista paperin pinnasta ja kumulatiivista kerääntymistä painolevylle sekä väri- ja vesilaitteisiin. Pölyäminen voi johtua paperin pinnan irtopölystä, painonipissä painovärin halkeamisvastuksen aiheuttamasta yksittäisten kuitujen ja kuitukimppujen irtoamisesta paperista tai kostutusveden aiheuttamasta kuitusidosten heikentymisestä ja katkeilemisesta. Paperin pölyämisen vähentäminen edellyttää paperin pintalujuuden parantamista /5/. Paperin hyvä pintalujuus on offsetpainatuksen tärkein vaatimus paperille. Koska offsetpainovärin viskositeetti on erittäin suuri, paperiin kohdistuu nipin ulostulopuolella painovärin halkeamisesta johtuva voima, joka saattaa rikkoa paperin pinnan. Paperin pintalujuuden tulisi olla 70 % suurempi kuin syväpainossa, ettei pinnan rikkoutumista tapahtuisi /3/.

Paperilta vaaditaan myös hyvää dimensiostabiliteettia, sillä kostutusveden aiheuttamat mittamuutokset vaikeuttavat värien kohdistamista offsetpainatuksessa.

SC-paperin tuoteanalyysi on kokonaisuudessaan liitteessä 1 /1/.

3. SC-PAPERIN VAATIMUKSET RAAKA-AINEILLE

3.1 SELLULOOSA

Sellua käytetään SC-paperissa lähinnä lujitemassana, jotta paperin ajettavuus superkalanterilla ja painokoneella olisi hyvä. Sellun osuus pyritään pitämään mahdollisimman pienenä, koska se on massakomponenteista kalleinta ja se huonontaa paperin painettavuutta ja optisia ominaisuuksia. Sellun tulee olla lujaa ja mahdollisimman halpaa.

3.2 TÄYTEAINE

Täyteaineiden käyttö SC-paperissa on lisääntynyt niiden kuituja halvemman hinnan sekä optisia ominaisuuksia parantavien vaikutuksien vuoksi. Täyteaineilla voidaan nostaa paperien opasiteettia, kiiltoa ja vaaleutta. Täyteaineilla on myös negatiivisia vaikutuksia paperin ominaisuuksiin. Ne alentavat kuitusidoksista riippuvia lujuusominaisuuksia, koska ne eivät pysty muodostamaan sidoksia ja estävät näin yhtenäisen kuituverkoston muodostumista /2/. Täyteainejakauman on oltava tasainen, jotta saataisi tasainen painojälki.

3.3 MEKAANINEN MASSA

Mekaanista massaa käytetään SC-paperissa sen erinomaisten optisten ominaisuuksien sekä halvan hinnan takia. Jotta sellun määrää SC-paperissa pystyttäisiin vähentämään, mekaanisen massan tulisi olla hyvää paitsi painatusominaisuuksiltaan myös lujuudeltaan.

Mekaaninen massa sisältää erilaista kuitumateriaalia: pitkistä jäykistä kuiduista hienoaaineeseen. Mekaanisen massan ominaisuudet riippuvat suuresti näiden komponenttien suhteellisista osuuksista massassa /1/.

Massakomponentit voidaan jakaa neljään ryhmään:

1. jäykät, pitkät kuidut
2. mukautumis- ja sitoutumiskykyiset pitkät kuidut
3. huonosti sitoutuva hienoaine
4. sitoutumiskykyinen hienoaine

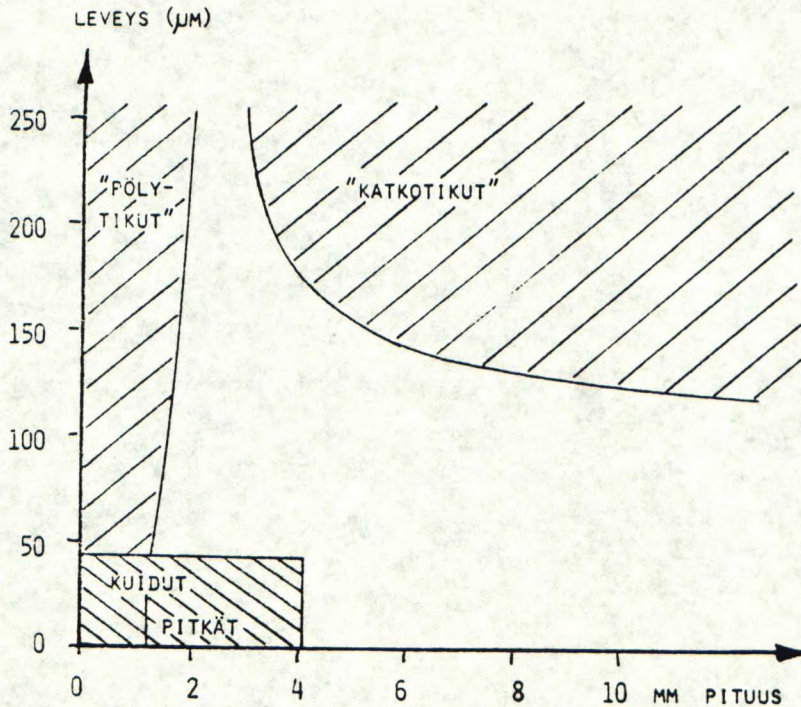
Ideaalisen mekaanisen massan pitäisi sisältää kaikkia näitä komponentteja sopivassa suhteessa, esim. 0:x:y:z /1/.

3.3.1 PAINOPAPERIN YLEISET VAATIMUKSET

Hyvä paperin lujuus saavutetaan sitoutumiskykyisillä pitkillä kuiduilla sekä hienoaineella. Mekaanisten massojen pitkäkuituja-keen sidospotentiaaliin vaikuttava tärkein tekijä on kuidun taipuisuus. Mukautumiskykyiset pitkät kuidut taipuvat toistensa lomiin ja kuitujen välisiä kosketuskohtia syntyy runsaasti. Näihin kosketuskohtiin syntyy kuitusidoksia, jotka lisäävät paperin veto- ja repäisylujuutta. Jos sitoutuneisuus on jo alunperin suuri, sitoutumisen kasvu ei lisää repäisylujuutta. Hienoaine asettuu kuitujen välisiin vapaisiin tiloihin täyttäen huokosia. Hienoaineen ja kuitujen välille syntyvät sidokset parantavat paperin pinta- ja vetolujuutta. Mekaanisen massan repäisylujuus riippuu ensisijaisesti massan pitkäkuituosuudesta eli kuitupituudesta ja toissijaisesti kuidun lujuudesta /6/.

Katkoherkkyys riippuu ennen kaikkea massan tikku- ja epäpuhtauspitoisuudesta. Tikkujen haitallisuus riippuu niiden koosta ja muodosta. Pitkät ja paksut tikut lisäävät katkoherkkyyttä paperikoneella ja painatuksessa. Katkotikku voi olla esim. 3 mm pitkä ja 0,15 mm leveä hiukkanen. Tällaiset tikut näkyvät painojäljessä. Pienet sitoutumiskyvyttömät tikut, (esim. 0,15 mm pitkä ja 0,1 mm leveä) aiheuttavat paperin pölyämistä painatuksessa /7/. "Katkotikkujen" (kuva 1) haitallisuus kasvaa paperin tiivistyessä ja ohetessa kalanterilla. Kalanterointi saattaa myös lisätä paperin pölyämistä. Erityisesti offsetissa painettavalta

paperilta tämä pölyämisriski edellyttää alhaista pienten tikkujen (= pölytikut) pitoisuutta /8/.



KUVA 1. Mekaanisen massan hiukkastyypit /8/.

Hyvä opasiteetti saavutetaan, kun optisten rajapintojen määrä on suuri. Kuitusidosten kohdalla valo ei taitu vaan kulkee paperin läpi taittumatta. Sitoutumattoman hienoaineen ominaispinta-ala on suuri, joten sillä on paljon valoa taittavaa pintaa. Lisäksi se ei ole sitoutunut muihin kuituihin, jolloin optisten kontaktien määrä on vähäinen. Sitoutumaton hienoaine siis parantaa paperin opasiteettia.

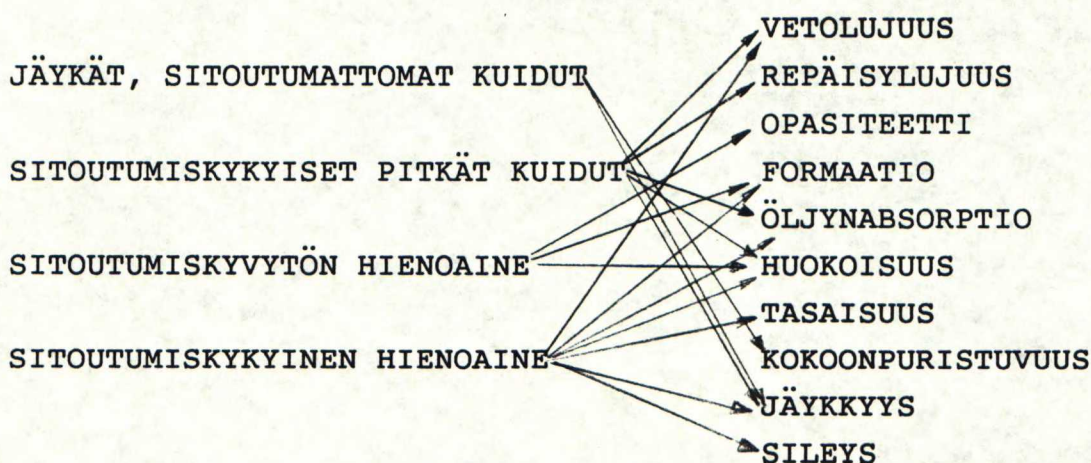
Paperin formaatio huononee pitkäkuituosuuden kasvaessa. Hienoaine asettuu kuituverkostoon tasaisesti toisin kuin pitkät kuidut, jotka saattavat flokkautua. Flokkisuuden johdosta paperista tulee pilvimäinen.

3.3.2 SYVÄPAINOPAPERIN VAATIMUKSET MASSALLE

Syväpainopaperilta vaaditaan suurta sileyttä, joka edellyttää, että paperissa on mahdollisimman vähän isoja tikkuja. Toisaalta sileyttä voidaan osittain kompensoida kokoonpuristuvuudella, jolloin taas tarvitaan paljon pitkiä mekaanisen massan kuituja /7/.

Paperin huokoisuus riippuu hienoaineen määrästä sekä kuitujen mukautumiskyvystä. Paperin tiiveys kasvaa hienoaineen määrän kasvaessa. Taulukossa 2 on eri massakomponenttien positiiviset vaikutukset SC-syväpainopaperiin /1/.

TAULUKKO 2. Massakomponenttien positiiviset vaikutukset SC-syväpainopaperiin /1/.



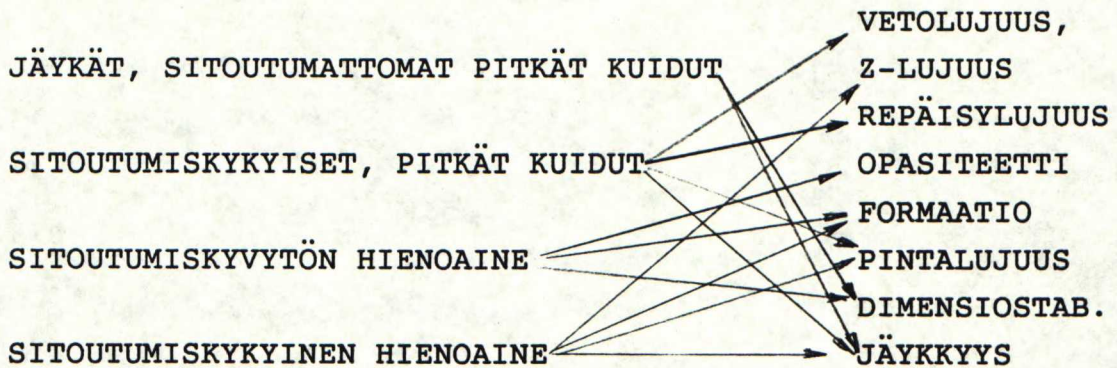
3.3.3 OFFSET-PAPERIN VAATIMUKSET MASSALLE

Offset-paperin suurin ongelma on pölyäminen. Pölyämistä vähentää paperin hyvä pintalujuus ja vähäinen lyhyiden tikkujen määrä. Sitoutumiskykyinen hienoaaines parantaa pintalujuutta.

Paperin dimensiostabiliteetti paranee, jos paperi sisältää paljon sitoutumiskyvyttöä materiaalia. Tällöin paperin kuivuessa kuidut

eivät vedä toisiaan kasaan vaan paperi pysyy paremmin mitoissaan. Taulukossa 3 on massakomponenttien positiiviset vaikutukset SC-offsetpaperiin /1/.

TAULUKKO 3. Massakomponenttien positiiviset vaikutukset offsetpaperiin /1/.



4. HIOKEMASSAT

4.1 YLEISTÄ

Hiontaprosessissa hiomakiven pinnassa olevat rakeet aiheuttavat puurakenteeseen oskilloivan kuormituksen, jonka taajuus on 30 - 50 kHz. Hiontarakeiden puuhun aiheuttamien nopeasti toistuvien muodonmuutosten vuoksi lämpötila kohoaa puussa voimakkaasti lähellä kiven pintaa ja puurakenteen välistä vyöhykettä. Puun pinta lämpenee ja amorfiset osat pehmenevät, jonka seurauksena puusta irtoaa kuituja /9/.

Painehiontaprosessi on fyysisesti samanlainen kuin tavanomainen hiontaprosessi. Hiontaväyöhyke on vain saatettu ylipaineen alaiseksi. Ylipaineistus kohottaa veden kiehumispistettä ja sallii korkeamman lämpötilan hiontaväyöhykkeellä ilman veden höyrysty-

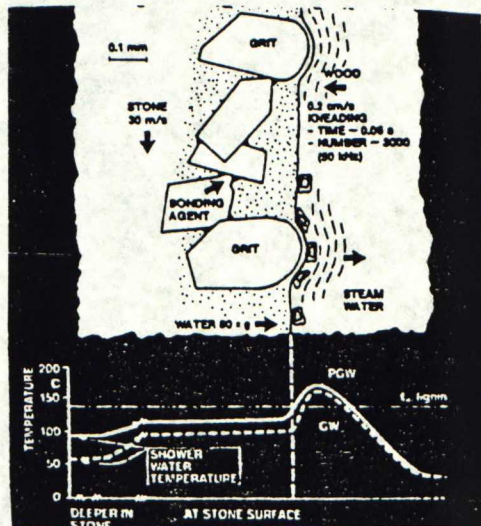
mistä. Painehionnassa yleisesti käytetyt suihkuveden lämpötilat ovat lähellä 100 °C /9/.

Superpainehionta on kehitetty painehionnasta. Siinä ylipaineen määrää on lisätty ja samalla suihkuvesien lämpötilaa on voitu edelleen korottaa. Taulukossa 4 on esitetty eri prosesseissa yleisesti vallitsevat olosuhteet /10/.

TAULUKKO 4. Eri hiontaprosessien olosuhteet /10/.

	HIOKE	PAINEHIOKE	SUPER- PAINEHIOKE
HIONTAPAINE kPa	0	250	450
SUIHKUVESIEN LÄMPÖTILA °C	65 - 80	95 - 100	115 - 120

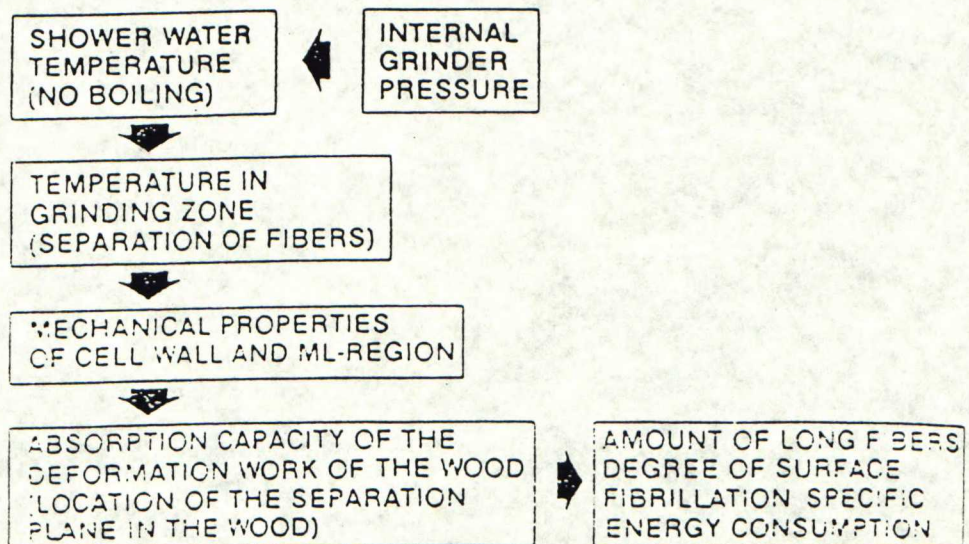
Kuvassa 2 on esitetty hiomakiven ja puun lämpötilan muuttuminen tavallisessa sekä painehionnassa. Hiontavyöhykkeellä puun lämpötila on korkeampi kuin ligniinin pehmenispiste. Painehionnassa puun lämpötila on tämän lämpötilan yläpuolella pitemmän ajan. Tämän johdosta kuitujen irtautuminen puusta tapahtuu läheltä ligniinipitoista välilamellia, jolloin kuidut ovat pitempiä kuin tavallisessa hionnassa. Itse asiassa koko painehiokkeen luonne on erilainen kuin hiokkeen /11/.



KUVA 2. Lämpötilan muuttuminen hiomakiven ja puun pinnassa /11/.

Superpainehionnassa puun lämpötila on ligniinin lasittumispisteen yläpuolella vielä kauemmin kuin painehionnassa. Tämän johdosta superpainehieke eroaa edelleen painehiokkeesta.

Kuvassa 3 on kaaviokuva hiontalämpötilan vaikutuksesta valmistettavan massan laatuun /10/.

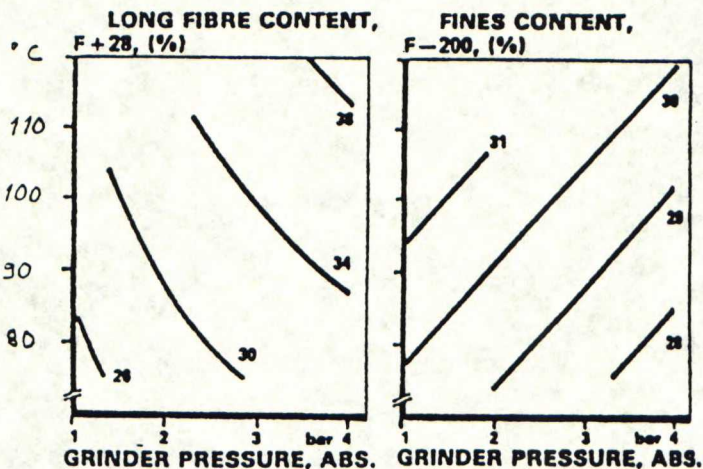


KUVA 3. Lämpötilan vaikutus hiontaprosessissa /10/.

4.2 MASSOJEN KUITUJAKAUMAT

Kuitujakautuman määrittämisessä käytettävä yleisin menetelmä on Bauer McNett -menetelmä, jossa kuidut lajitellaan kuitupituuden mukaan viiteen fraktioon. Lajittelevana elimenä ovat 14, 28 (30), 48 (50), 100 ja 200 meshin viirat. Massojen vertailuissa yleisimmin käytetyt jakeet ovat +28, jota käsitellään pitkäkuitujakeena ja P28/R200-jae keskialueen kuituina sekä -200-jae hienoainetta kuvaavana jakeena. Tällöin +48 ja +100 jakeet sisältyvät jakeeseen P28/R200 /7/.

Hiontalämpötilan vaikutuksesta massojen kuitukoostumus on erilainen. Kuvassa 4 on hiontalämpötilan ja -paineen vaikutus pitkäkuitu- ja hienoaineosuuteen /11/.



KUVA 4. Hiontalämpötilan ja -paineen vaikutus massan pitkäkuitu- ja hienoaineosuuteen /11/.

4.2.1 PITKÄKUITUJAE

Hiokkeen pitkäkuitujae koostuu lähinnä pitkistä, fibrilloitu-neista ja osittain murskautuneista kuiduista. Kuitujen pinta on epätasainen ja pintaan on kerääntynyt hienoainetta. Painehiok-

keella korotetun lämpötilan ansiosta kuiduttaminen tapahtuu varovaisemmin. Ylipaine tasaa olosuhteet hiontapinnan eri kohdissa. Painehioke sisältää oleellisesti enemmän pitkiä kuituja kuin hioke /12/. Hiokkeen pitkäkuitujae sisältää enemmän murskautunutta kuitumateriaalia ja myös enemmän ohutta rihmamaista materiaalia kuin painehiokkeen pitkäkuitujae. Painehioke sisältää enemmän rikkoutumattomia kuituja. Toisaalta hiokkeen rikkoutumattomat kuidut ovat jäykempiä kuin vastaavat PGW kuidut. Hiokkeen pitkäkuitufraktio sisältää myös enemmän karkeaa ja jäykkää "hiukasmaista" materiaalia kuin vastaava PGW-fraktio /13/. Suurin ero PGW ja PGW-S massojen välillä on superpainehiokkeen suurempi pitkäkuituosuus. Superpainehiokkeen kuidut ovat vielä kehittyneempiä ja fibrilloituneempia kuin painehiokkeen /14/.

4.2.2 KESKIJAE

Keskijakeet sisältävät hiokkeella ja painehiokkeella partikkeleita, jotka ovat syntyneet kuitujen katkeillessa /7/. Hioke sisältää enemmän katkenneita kuituja kuin paine- tai superpainehioke, joten hiokkeen keskikuitujae on suurempi kuin PGW:n tai PGW-S:n vastaava jae /13/. PGW:n ja PGW-S:n keskikuitujae on suunnilleen yhtä suuri.

4.2.3 HIENOAINE

Mekaanisen massan hienoaine koostuu kahdesta erilaisesta komponentista: sitoutumiskykyisestä limamaisesta hienoaineesta sekä jauhomaisesta, sitoutumiskyvyttömästä, pölyävästä aineksesta /7/. Hioke sisältää eniten hienoainetta. Painehiokkeen ja superpainehiokkeen hienoaine määrä on suunnilleen yhtä suuri.

4.2.4 TIKUT

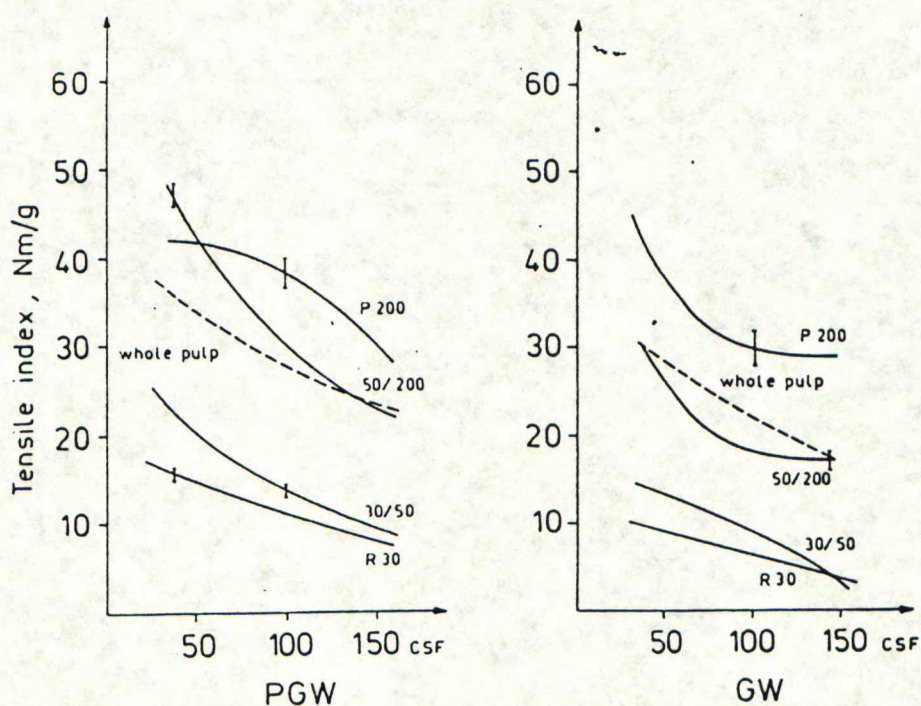
Hiokkeen tikut ovat paksuja kimppuja, jotka sisältävät sekä kuituuntumatonta että kuituuntunutta materiaalia /13/. Painehiokkeessa on lisäksi säleistä peräisin olevia ns. murskatikkuja. Hiokkeen Somerville-tikkupitoisuus lajittelemattomassa massassa on suuruusluokaltaan 1 - 1,5 % ja painehiokkeen taas 0,5 - 1,0 % -yksikköä korkeampi kuin hiokkeella /7/. Superpainehiokkeen tikkupitoisuus on suurempi kuin painehiokkeen /15/.

4.3 MASSAFRAKTIOIDEN OMINAISUUDET

Paperinvalmistuksen kannalta ovat tärkeitä ne mekaanisen massan ominaisuudet, jotka vaikuttavat kuitujen paperinvalmistuspotentiaaliin. Partikkelien kokojakauma, muoto, pintaominaisuudet ja kuituseinämän rakenne ovat ominaisuuksia, jotka määräävät massan "arvon". Muutokset missä tahansa näissä ominaisuuksissa vaikuttavat massan laatuun ja periaatteessa mikään niistä ei voi muuttua vaikuttamatta toisiin ominaisuuksiin /12/.

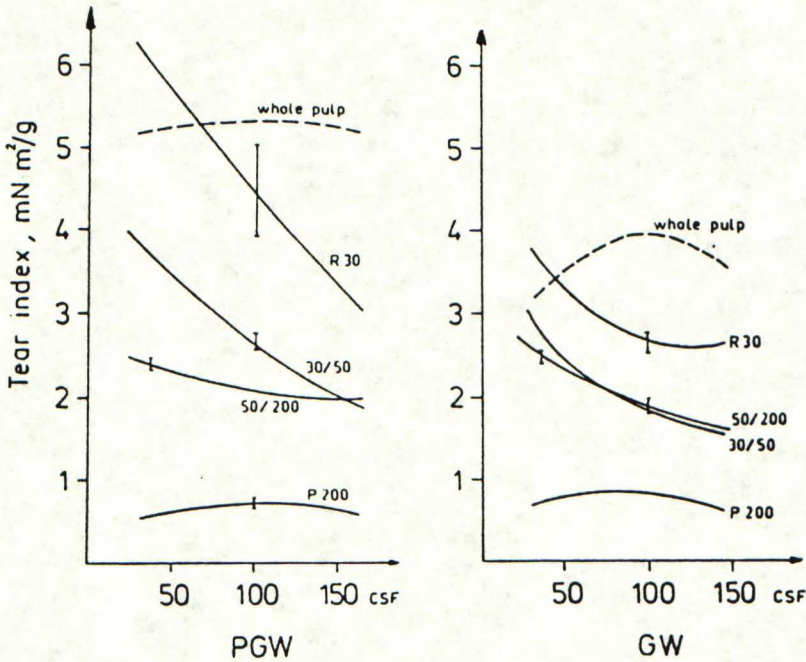
Mekaanisten massojen pitkäkuitujakeen sidospotentiaaliin vaikuttava tärkein tekijä on kuidun taipuisuus. Hiokkeen kuidut ovat yleensä jäykkiä, joten niiden sitoutumiskyky on huono /7/.

Siirryttäessä kohti hienompia kuitufraktioita kuitujen ulkoinen pinta-ala kasvaa. Kuidut ja kuitujen osat ovat tiiviimpiä, jolloin on oletettavissa ns. staattisten lujuuksien kasvua. Etenkin vetolujuus kasvaa hienompiin kuitufraktioihin siirryttäessä (kuva 5) /13/.



KUVA 5. Hiokkeen ja painehiokkeen sekä näiden eri jakeiden veto-
lujuus. Freeness on mitattu koko massalle /13/.

Kaikilla mekaanisilla massoilla pitkäkuitujakeella on paras repäisylujuus, vaikka tällä jakeella on alhaisin sitoutumispotentialiaali (kuva 6). Siirryttäessä hienompiin massajakeisiin repäisylujuus pienenee huolimatta parantuneesta kuitujen sitoutumisesta. Hienoainefraktion repäisylujuus on erittäin alhainen johtuen olemattomasta kuitupituudesta /13/.



KUVA 6. Hiokkeen ja painehiokkeen sekä näiden eri fraktioiden repäisylujuus. Freeness mitattu koko massasta /13/.

Eri fraktioiden valonsirontakerroin kasvaa keskimääräisen partikkelikoon pienentyessä tai koko massan freenessin laskiessa /13/.

4.4 JAKEIDEN VAIKUTUS MASSAN OMINAISUUKSIIN

Pitkäkuitujakeen kasvaessa lujuudet, joille sidospotentiaali on tärkeä, alkavat heiketä. Sen sijaan repäisylujuus, jolle sidospotentiaalin merkitys on suhteellisesti pienempi, kasvaa ainakin aluksi pitkäkuitujakeen koon kasvaessa. Mekaanisten massojen sidospinta-ala ja -lujuus ovat niin alhaiset, ettei sitoutumisen

kasvusta yleensä aiheutu repäisylujuuden laskua kuten kemiallisilla massoilla tapahtuu.

Pitkäkuitujakeen alhaista sitoutumiskykyä voidaan kompensoida hienoaineella, joka sitoo kuidut yhteen. Näin voidaan käyttää hyväksi pitkien kuitujen kykyä levittää jännitykset suurelle alalle ja siten parantaa repäisylujuutta /12/.

Hyvälaatuisen sitoutumiskykyisen keskijakeen määrän kasvu vaikuttaa lujuuksiin samalla tavoin kuin hienojakeen lisäys. Kun hyvälaatuisen keskijakeen määrän kasvu parantaa staattisia lujuuksia, heikkolaatuisen kasvu heikentää niitä. Keskijakeen ollessa sitoutumiskykyinen sen koon ja ominaisuuksien merkitys massan ominaisuuksiin voi olla yhtä tärkeä kuin hienoaineen merkitys /12/.

5. HIOKEMASSOJEN SOVELTUVUUS SC-PAPERIN VALMISTUKSEEN

5.1 LUJUUSOMINAISUUDET

Honkasalo ja Ebeling /13/ ovat vertailleet keskenään vakio free-sesstasolla hioketta, painehioketta ja kuumahierrettä. Haikkala et al /14/ ovat tehneet vastaavia vertailuja painehiokkeella, superpainehiokkeella sekä kuumahierteellä. Hioke on sekä veto-että repäisylujuudeltaan näistä massoista heikointa. Painehiokkeen repäisylujuus on 35 - 60 % parempi kuin hiokkeen repäisylujuus. Lajittelemattoman superpainehiokkeen lujudet ovat selvästi paremmat kuin painehiokkeen (veto x repäisy 25 - 30 % korkeampi). Tämä johtuu lähinnä PGW-S -massan suuremmasta pitkäkuituosuudesta. Veto- ja repäisylujuus kasvavat järjestyksessä $GW < PGW < PGW-S$. Paras pintalujuus saavutettiin superpainehiokkeella hiokkeen pintalujuuden ollessa huonoin /13,14/.

5.2 OPTISET OMINAISUUDET

Hiontalämpötila vaikuttaa valmistettavan massan vaaleuteen. Vaaleus kasvaa järjestyksessä PGW-S < PGW < GW. Painehiokkeen vaaleus on n. 4 prosenttiyksikköä suurempi kuin superpainehiokkeen /13/.

Superpainehiokkeen valonsirontakerroin on hiokemassoista alhaisin. Perinteisen hiokkeen valonsirontakerroin on korkeampi kuin painehiokkeen.

Taulukoissa 4 ja 5 on vertailtu hiokkeesta, painehiokkeesta ja superpainehiokkeesta tehtyjen papereiden ominaisuuksia.

TAULUKKO 4. Hioke ja painehiokemassojen vertailu SC-paperin valmistuksessa. Massojen freeness on sama /16/.

Compared with GW based SC paper		
PGW paper		
— same Bendsen roughness	(+ / —)	
— lower Print-Surf roughness	(+)	
— lower air permeability	(+)	
— lower oil absorption	(+)	
— higher gloss	(-)	
— same opacity	(+ / —)	
— higher tensile strength	(+)	
— less linting	(-)	

TAULUKKO 5. Lajiteltujen painehiokkeen ja superpainehiokkeen ominaisuuksia /17/.

	PGW	PGW-S
Freeness osilad massa	112	112
Freeness efter silning	85	85
Energiforbrukning totalt kWh/t	1 160	1 140
Därav rejektraff. kWh/t	95	110
Spethalt i procent	2,7	4,3
Dragindex	30	32
Rivindex	5,1	5,6
s-värde	63	60
Ljushet i procent	64	60
Densitet	350	354
Genomtryck	0,10	0,11
Rub-off 24 h	2,01	1,91
Ytåhetskning vid offsettryckning ml/min	61	29

6. HIOKKEEN LAJITTELU

6.1 YLEISTÄ

Mekaaninen massa sisältää aina kuitujen ohella epäpuhtauksina erilaisia paperinvalmistuksen ja painotekniikan kannalta haitallisia jakeita. Haitallisia hiukkasia on luonteeltaan kahden tyyppisiä: sellaisia, jotka eivät missään muodossa kelpaa jatkojalostukseen ja sellaisia, jotka ovat muokattavissa käyttökel-
poisiksi /18/.

6.2 SC-PAPERIHIOKKEEN LAJITTELU

SC-paperiin käytettävän mekaanisen massan on oltava selvästi hienompaa kuin sanomalehtimassan. Tämä asettaa lisähaasteita lajittelulle, sillä alhaisempi freeness merkitsee pienempiä ja vaikeammin poistettavia tikkuja. Tikkupitoisuudelle asetetaan usein enimmäisrajat sekä pitkien tikkujen että minitikkujen suhteen (taulukko 6) /7,8/.

TAULUKKO 6. Rajoja eri fraktio-osuuksille paperilajeittain /7/.

Paperi- laji	Freeness- väli ml	Hienoaines Bauer McNett -200 %	Pitkäkuituus Bauer McNett +28 %	Tikkupitoisuus	
				Somer- ville %	Mini- tikut %
MF	70 - 130	25 - 35	<45	<0,4	<4,0
SC	40 - 80	28 - 40	<35	<0,15	<1,5
LWC	25 - 60	30 - 45	<25 - 30	<0,05	<0,7

Jotta kivihiokkeella saavutettaisiin SC-paperin vaatima laatu, täytyy suuret ja jäykät tikut poistaa. Hiokkeen pitkäkuitujakeen kuidut eivät mukaudu toistensa lomiin jäykkyytensä takia. Näiden pitkien kuitujen sitoutumiskyky on heikko johtuen niiden vähäisestä ulkoisesta fibrillaatiosta. Mitä korkeampi on paperin laatu tai alhaisempi neliömassa, sitä suurempi osa näistä pitkistä

kuiduista on poistettava, ja sitä tärkeämpi on poistaa kaiken kokoiset tikut. Tikkujen määrä vaikuttaa myös saavutettavaan paperin sileyteen /3/.

Painehionnassa syntyvistä jakeista täytyy poistaa lähes samat kuin hionnassa. Lisänä ovat ns. "murskatikut", jotka ovat suuria ja siten helppo erottaa. Niiden prosessoitavuus käyttökelpoisiksi kuiduiksi saattaa tuottaa ongelmia. Painehiokkeen tikkupitoisuus on suurempi kuin hiokkeen ja ne ovat luonteeltaan jäykempiä ja kehittymättömpiä kuin hiokkeen tikut /3/.

SC-paperin kriittisen ominaisuusparin muodostavat opasiteetti ja lujuus. Nämä ominaisuudet muuttuvat erisuuntiin massakoostumuksen muuttuessa. Hienoainemäärän lisääntyessä opasiteetti paranee, mutta repäisylujuus pienenee. Pitkäkuituosuuden kasvaessa ominaisuudet muuttuvat toiseen suuntaan /1/. Joten lajittelussa täytyy tehdä kompromissejä hienoaine- ja pitkäkuituosuuksien kesken.

6.3 LAJITINKOMPONENTIT

Lajittelussa kuituvirta jaetaan erilaisiin osavirtauksiin, joihin pyritään rikastamaan toisaalta hyväksyttävät ja toisaalta haitalliset hiukkaset. Massan puhdistaminen erilaisista epäpuhtauslajeista vaatii usein eri periaatteella toimivien lajittimien kytkemistä järjestelmäksi, koska eri lajitinyksikköjen erotuskyky kohdistuu valikoivasti epäpuhtauspartikkeleihin /18/.

Massan lajitteluun käytettävissä olevat keinot ovat

- murskaimet puunsäleiden ja "maksitikkujen" hienontamiseen
- sihdit ja pyörrepuhdistimet epäpuhtauksien erottamiseen
- jauhimet tikkujen kuiduttamiseen /8/.

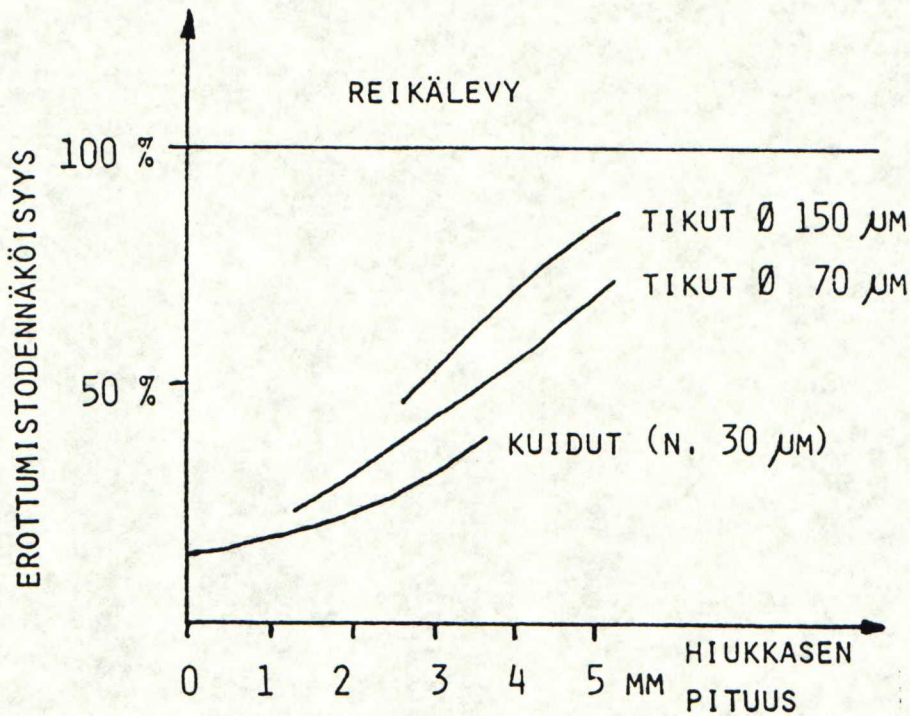
Maksitikkujen ja säleiden murskaaminen pienemmiksi on välttämätöntä hiokkeella. Liian pienten, vaikeasti erotettavien tikkujen syntymistä pyritään välttämään /8/.

Sihdeillä ja pyörrepuhdistimilla rikastetaan epäpuhtauksia rejektiin ja hyvää kuituainesta akseptiin. Rejektiin joutuvia tikkuja kuidutetaan rejektijauhimessa pyrkien välttämään kuitujen katkeamista /8/.

Lajittimien ja jauhimien toimintatavan kannalta monien epäpuhtauksien ja kelpaavan aineksen hiukkaset muistuttavat valitettavan paljon toisiaan. Tästä syystä niiden erottaminen toisistaan tapahtuu epätäydellisesti. Myös tikkujen kuiduttuminen jauhimessa tapahtuu aina vain osittain ja kuituja katkeilee. Yksittäisten laitteiden vajavaisuuksien kompensoimiseksi niitä kytketään järjestelmiksi. Näin pyritään saavuttamaan riittävä puhtaus ja pienentämään kelpaavan aineksen tappiot rejektissä. Eri periaatteella toimivien lajittimien sarjakytkennällä varmistetaan eri tyyppisten epäpuhtauksien erottumista /8/.

6.3.1 Sihdit

Sihdeissä hiukkasia lajitellaan reikä- tai rakolevyllä pääasiassa niiden kokoeroihin perustuen. Reiät tai raot joudutaan kapasiteettisyydestä tekemään niin suuriksi, että suurin osa epäpuhtauksistakin mahtuisi kokonsa puolesta niiden läpi. Erottuminen tai läpäisy akseptiin onkin todennäköisyyskysymys. Pitemmillä ja paksummilla hiukkasilla on pienemmät mahdollisuudet joutua akseptiin eli suurempi erottumistodennäköisyys. Kuva 7 esittää erottumistodennäköisyyden riippuvuutta hiukkasten dimensioista /8/.



KUVA 7. Erottumistodennäköisyyden riippuvuus hiukkasten dimensioista /8/.

Erotettavien epäpuhtauksien muoto on lähtökohtana päätettäessä, käytetäänkö reikä- vai rakolevyä. Reikälevy soveltuu hyvin pitkien "tikkumaisten" epäpuhtauksien erotukseen, kun taas rakolevyä suositellaan lyhyiden "pallomaisten" epäpuhtauksien erotukseen /19/.

Jyrsittyjen rakolevysihtien lisäksi on kehitetty lankarakosihtejä. Niiden sihtilevy muodostuu langoista ja lankojen väliin jäävistä raoista. Rakokoko on saatu huomattavasti pienemmäksi kuin jyrsityissä sihdeissä. Lankarakosihdeissä raon pienentäminen ei välttämättä kasvata tikkureduktiota, vaan sylinterin profiililla on tikkureduktion kannalta suurempi merkitys /20/.

Erottumisen luonteesta johtuen sihti soveltuu etenkin kuituja selvästi suurempien tikkujen poistoon. Pienten tikkujen erottuminen on varsin tehotonta etenkin reikälevyllä. Luonteenomaista sihdille on myös pitkien kuitujen rikastuminen rejektiin /8/.

Käynnissä olevan painelajittelun hallintasuureita ovat:

- syöttöpumpun pyörimisnopeus l. syötön paine
- massan sakeus
- tuotanto
- paine-ero syötön ja akseptin välillä
- rejektisuhde
- käynnissä olevien yksikköjen määrä
- roottorin pyörimisnopeus
- lämpötila /7/.

Kun lajiteltavan massan sakeutta nostetaan, lisääntyy hiukkasten välinen vuorovaikutus ja niiden sihtilevyn läpäisytodennäköisyys pienenee. Seurauksena on kuiva-ainevirtojen perusteella lasketun rejektisuhteen kasvu. Jos rejektisuhde palautetaan alkuperäiseen arvoonsa pienenee erottumistodennäköisyys /18/.

Sihdin hallintasuureista tärkeimpiä on rejektisuhde, joka on rejektin massavirran suhde syötön massavirtaan. Erotustehokkuuden riippuvuus rejektisuhteesta on esitetty yhtälössä (1)

$$E_r = R_w \times S_r / S_f \quad (1)$$

jossa	E_r	hiukkasen erottumistodennäköisyys
	S_r	tikkupitoisuus rejektissä
	S_f	tikkupitoisuus syötössä
	R_w	rejektisuhde

Pitkäkuitumenetystä kuvattaessa käytetään apusuurena ns. T-arvoa.

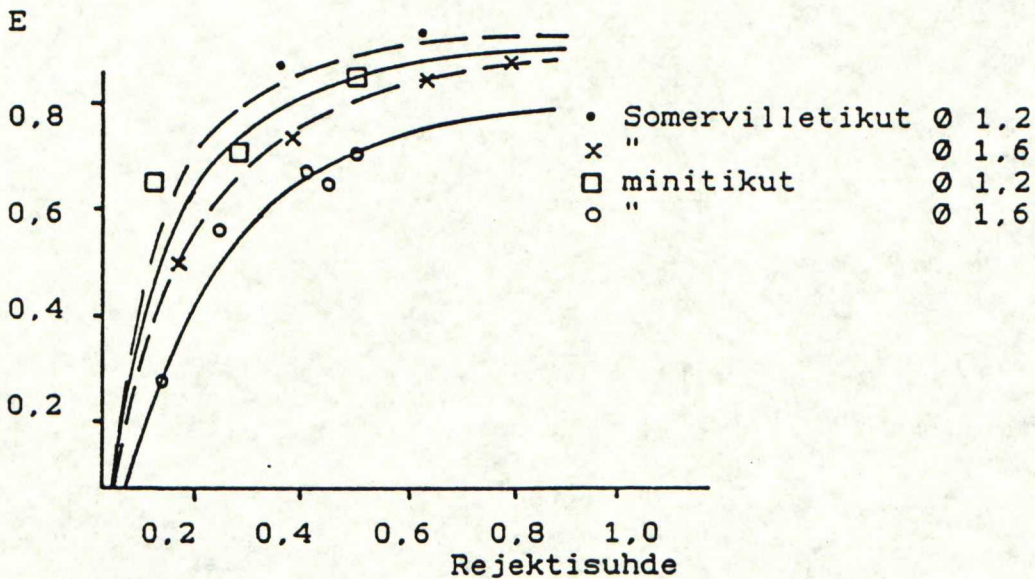
$$T = S_a / S_r \quad (2)$$

$$LL = R_w / (T(1 - R_w) + R_w) \quad (3)$$

jossa T T-arvo
 S_a tikkupitoisuus akseptissa
 LL pitkäkuituhäviö.

Rejektisuhteella hallitaan tikkujen erottumista. Syöttömassan sakeudella ja syöttövirtaamalla sitä vastoin hallitaan sihdin läpi ohjattavan kuiva-ainevirran suuruutta. Sihtejä ajetaan joko vakiosakeudessa tai vakiovirtaamalla, jolloin sakeus muuttuu /18/.

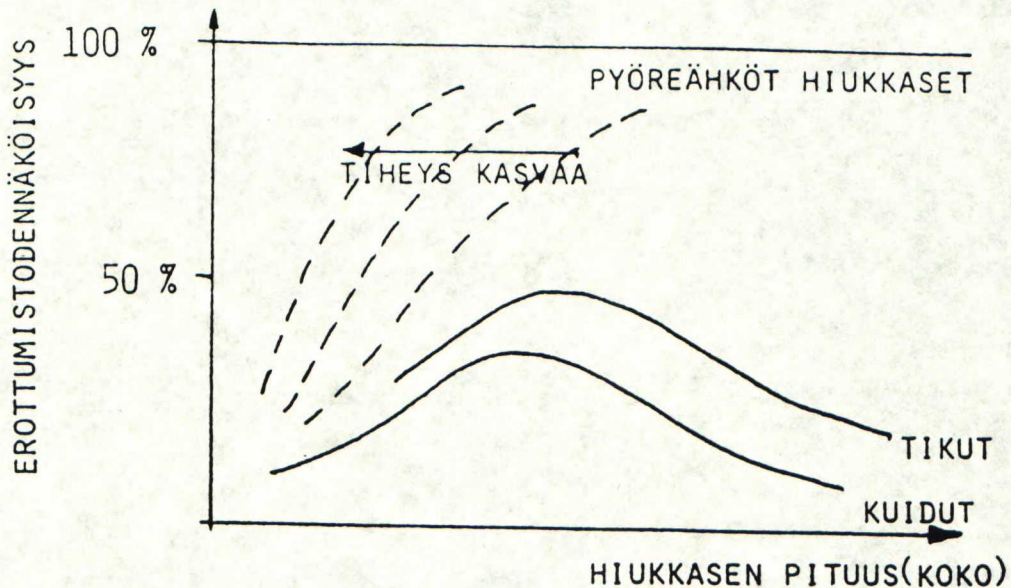
Sihdin reikäkoolla on suuri vaikutus erottumistehokkuuteen. Reikäkoon pienentäminen parantaa erottumistehokkuutta kapasiteetin kustannuksella. Samalla pitkäkuitusaanto heikkenee. Kuvassa 8 on PGW:n minitikkujen ja Somerville 0,15 mm tikkujen erotustehokkuuden riippuvuus rejektisuhteesta eri rumpuparametreilla /18/.



KUVA 8. PGW:n minitikkujen ja Somerville 0,15 mm tikkujen erotustehokkuuden riippuvuus rejektisuhteesta eri rei'än halkaisijoilla /18/.

6.3.2 PYÖRREPUHDISTIN

Pyörrepuhdistin lajittelee hiukkasia perustuen niiden erilaiseen käyttäytymiseen keskipakokentässä. Myös siinä tapahtuu todennäköisyysluonteinen hiukkasten erottuminen kuvan 9 osoittamalla tavalla /8/.



KUVA 9. Erottuminen pyörrepuhdistimessa on hiukkasten tiheydestä, koosta ja muodosta riippuva todennäköisyystapahtuma /8/.

Pyörrepuhdistin on tehokas tiheiden, pienten hiukkasten erottamiseen (hiekkä, metallisirut jne.). Se erottaa heikommin pitkiä tikkuja ja kuituja, mutta on oikein mitoitettuna sihtiä parempi lyhyiden tikkujen poistaja /8/.

Pyörrepuhdistimen lajittelutehokkuuteen vaikuttavat paine-ero syötteen ja akseptin välillä, lajittelusakeus, rejektimäärä ja lämpötila.

Paine-eron lisääminen kasvattaa puhdistimen läpivirtauskapasiteettia, massan sisääntulonopeutta sekä pyörteen pyörimis-

nopeutta. Paine-eron suurentaminen parantaa lajittelutehokkuutta tiettyyn rajaan saakka, jolloin virtaukset puhdistimessa muuttuvat turbulenttisiksi /8/.

Syöttösakeuden alentaminen parantaa lajittelutulosta. Samoin rejektimäärän lisäyksellä parannetaan lajittelutulosta. Rejektimäärän lisäys tapahtuu ns. paineellisissa puhdistimissa rejektipainetta alentamalla akseptipaineeseen nähden ja ns. avoimissa puhdistimissa rejektisuulakkeen aukkoa suurentamalla. Rejektimäärä on puhdistimessa 15 - 30 % syötteestä, massalaadusta ja laitoskytkennästä riippuen /8/.

Puhdistimen koko valitaan lajiteltavien partikkeleiden mukaan. Kokoa kuvaa parhaiten lajitinputken halkaisija ja puhdistimen kapasiteetti.

Lajitiputken Halkaisija (mm)	Painehäviö (bar)	Kapasiteetti (l/min)	Rejekti
500 - 1200	0,4 - 1	2500 - 25000	Kivet, sora, isot epäpuhtaudet,
300	1 - 2	700 - 3000	Sora, hiekka, karkeat tikut ja roskat
130	1,3	300 - 400	Hienopuhdistin, roskat, tikut, kuitukimput, hiekka
60 - 80	1	80 - 100	Hienopuhdistin, pienet roskat, hiekka.

Puhdistimen pituudella voidaan vaikuttaa lajittelutehokkuuteen. Pituutta muuttamalla massan viiveaika puhdistimessa muuttuu. Pitkähkö puhdistin antaa joillakin mekaanisilla massoilla paremman lajittelutuloksen kuin samanlainen lyhyempi /21/.

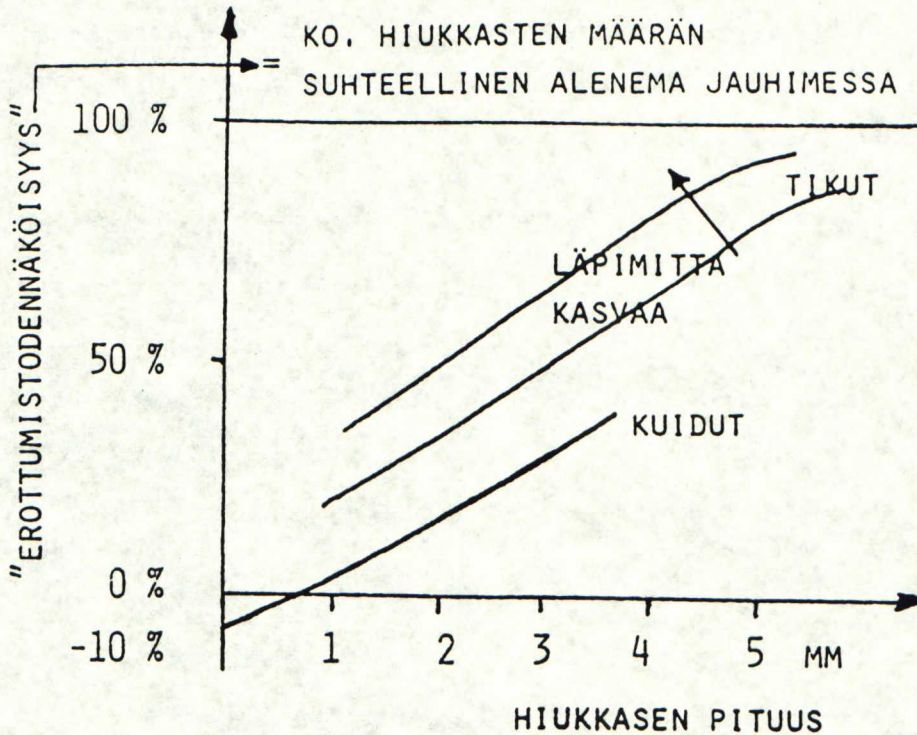
Pyörrepuhdistimen sisäinen rakenne ja mitoitusvalinnat vaikuttavat myös lajittelutulokseen.

Tärkeimmät rakenteelliset seikat ovat:

- massan syöttökanavat
- akseptiputken muoto ja mitoitus
- kartiokulma
- rejektipään mitoitus ja muoto
- käytetty raaka-aine ja pinnan sileyys
- lajitinputken halkaisija ja puhdistimen pituus
- virtaustekninen muotoitu /21/.

6.3.3 REJEKTIJAUHIN

Rejektijauhin pienentää tikkuja ja kuituja lähinnä pienessä terävälissä vallitsevien leikkausvoimien vaikutuksesta. Suursakeusjauhatuksessa (sakeus yli 15 %) hiukkasten keskinäiset hietovoimat ovat merkittäviä. Matalasakeusjauhatuksessa vaikuttavat myös teräsärmien iskut hiukkasiin. Myös jauhatusprosessi on todennäköisyyslakien alainen. Pitemmät ja paksummat hiukkaset muokkautuvat pieniä todennäköisemmin. Massan hienojakeen osuus kasvaa jauhatuksessa, joten sen reduktio on negatiivinen. Kuvassa 10 on jauhimen reduktioita /8/.



KUVA 10. Eri hiukkasten jauhautumistodennäköisyys rejektijauhatuksessa /8/.

Tikkujen määrä ja koko pienenevät jauhimessa. Samalla osa tiikuista kuiduttuu. Kuituaineksen kuitupituus lyhenee ja pitkäkuituus laskee. Tikkujen kuiduttuessa syntyy kuitenkin uusia pitkiä kuituja, jolloin jauhatusta ei välttämättä vähennä pitkäkuituosuutta. Jauhatusta fibrilloi kuituja ja parantaa niiden sitoutumiskykyä. Hienoaineksen lisääntyminen aiheuttaa freenessin laskua. Rejektijauhatuksella on näin ollen muista lajittelun yksikköprosesseista poiketen tuntuja "sivuvaikutuksia" tikku- ja maisten epäpuhtauksien vähentämisen lisäksi /8/.

Rejektin suursakeusjauhatusta pidetään yleensä matalia sakeuksia edullisempaan sekä tikkujen kuiduttamisen että kuitupituuden kannalta. Paras jauhatustulos saavutetaan, kun rejektin sakeus on 25 - 30 %. Lajittelujärjestelmään kuuluu silloin oleellisena osana rejektin sakeutus. Jauhatussakeudella on suuri vaikutus sekä massan lujuusominaisuuksiin että bulkkiin tietyllä ominai-

senergian kulutuksella /22/.

Rejektijauhimen tärkein hallintasuure on energian ominaiskulutus (kWh/t), joka lähes yksikäsitteisesti säätelee hiukkasten pilkkoutumista. Toinen jauhimen aktiivinen hallintasuure on syötön määrä, jolla säädetään jauhimen kuormitusta. Jauhimen rakenne-
muuttujista tärkeimpiä ovat terien malli, kunto, yhdensuuntaisuus ja pyörimisnopeus. Terien huono kunto ja yhdensuuntaisuushaitat voivat oleellisesti lisätä tikkujen mahdollisuutta läpäistä jauhin muokkautumatta. Terien iän kasvaessa tikkujen erottumistodennäköisyys pienenee vähitellen /18,22/.

6.3.4 JÄLKIJAUHATUS

Massa jälkijauhetaan, jotta sen tikkupitoisuus edelleen laskisi. Samalla saadaan myös tasoitettua hiomolta tulevan massan freeness vaihteluita. Jälkijauhatus suoritetaan sakeamassatornin tai massan valkaisun jälkeen. Jauhimena käytetään levyjauhinta. Jälkijauhatus matalassa sakeudessa katkoo pitkiä kuituja ja kasvattaa lyhyempien kuitujen määrää. Freeness laskee jälkijauhatuksessa n. 4 - 6 % /23/.

6.4 SC-HIOKELAJITTAMON AJOSTRATEGIOITA

Lajittamon yksikköprosessien satunnaisuudesta johtuen haitallisia ja hyväksyttäviä hiukkasia ei täysin pystytä erottamaan toisistaan. Rejektin jauhatuksesta tulevat pitkät kuidut joutuvat lajittamoon tulevasta massavirrasta erotettavien jatkokäsittelyä tarvitsevien kuitujen joukkoon. Mitä suurempi osa lajiteltavasta massasta johdetaan rejektilin-
jaan sitä enemmän sinne joutuu myös pitkiä kuituja. Lajittamon ajotavassa on useimmiten tehtävä kompromissi haitallisten hiukkasten reduktion ja pitkien kuitujen saannon kesken. Siihen miten selektiivisesti haitalliset hiukkaset

saadaan eroteltua voidaan vaikuttaa lajittamon kytkennällä, laitteiden ominaisuuksilla ja lajittamon ajotavalla /24/.

Anjala on tutkiessaan /24/ hallintasuureiden asettelun vaikutusta lajittamon toimintaan päätynyt hallintasuureiden vaikutusvoimakkuuksia verrattaessa tulokseen , että

- tikkureduktioon voidaan vaikuttaa voimakkaimmin ensiöla-
jittelun rejektisuhteella
- pitkäkuitusaantoon vaikutetaan sekä ensiöla-
jittelulla että rejektin jauhatusergialla, sanomalehtikumahierteen
lajittamossa vaikutusvoimakkuus oli samaa suuruusluokkaa ja
painopaperihiokkeen lajittamossa jauhatusergian ominais-
kulutuksella havaittiin voimakkaampi vaikutus
- lyhyiden haitallisten hiukkasten erottumista ei voida
hallita sihdeillä.

Anjalan tutkimukset /24/ vahvistivat selvästi käsityksen, että lajittamon hallintasuureiden asettelulla on merkittävä vaikutus sekä lajitellun massan ominaisuuksiin että lajit-
tamon käyttötalouteen. Pyrittäessä löytämään hallintasu-
reiden yhdistelmä, joka tuottaa parhaan pitkäkuitusaannon
tietyllä tikkureduktion tasolla, päädyttiin ajotapaan, jos-
sa sihtien ensiövaiheessa massaa rejektoitiin paljon ja
toisiovaiheessa vähän. Massaa kierrätettiin runsaasti toi-
siovaiheesta ensiövaiheen syöttöön. Tämä ajotapa oli myös
käyttötalouden kannalta edullisin, sillä rejektin jauhatuk-
sessa tarvittava teho jäi pienimmäksi kyseisellä tikkure-
duktion tasolla.

Lajittamon laitteiden rakenteellisten ominaisuuksien vaiku-
tusta tutkittiin /24/ koesarjalla, jossa ensiöla-
jittimen ominaisuuksia muutettiin sekä selektiivisemmän että tehok-

kaamman lajittelun suuntaan. Tulokset vahvistivat käsityksen sihdin selektiivisyyden edullisesta vaikutuksesta tietyllä tikkureduktiotasolla saavutettavaan pitkäkuitusaantoon ja käyttötalouteen. Selektiivisemmällä sihdeillä joutui vähemmän massaa rejektilinjaan.

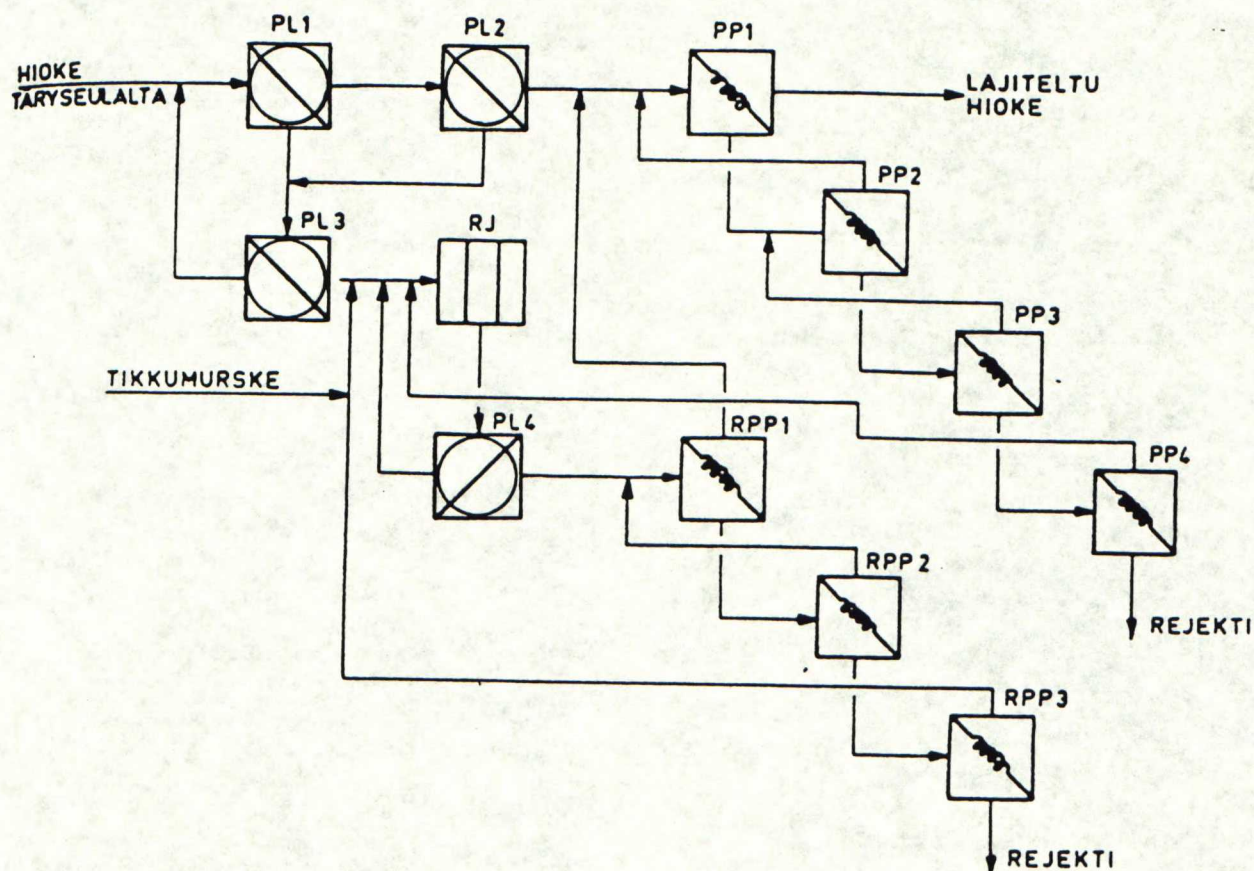
Lajittamon kyky vaimentaa lajiteltavassa massassa tapahtuvia tikkupitoisuusvaihteluita ilman hallintasuureiden asetelua on samansuuruinen kuin tikkureduktio kyseisellä hallintasuureiden yhdistelmällä. Siis mitä parempi tikkureduktio lajittamossa saavutetaan sitä enemmän lajiteltavan massan tikkupitoisuuden lisäys vaimenee hallintasuureiden arvoja muuttamatta. Lajitellun massan ominaisuuksiin aiheutuva muutos on lähes lineaarisesti riippuvainen lajiteltavan massan ominaisuuksissa tapahtuvasta muutoksesta /24/.

Hallintasuureita asettelemalla voidaan pienentää lajiteltavan massan tikkupitoisuuden kasvun aiheuttaman lajitellun massan tikkupitoisuuden lisäystä. Mitä hallintasuuretta tulisi ensisijassa käyttää, riippuu merkittävästi hallintasuureiden arvoista, jotka on valittu keskimääräisen tikkureduktiotavoitteen saavuttamiseksi /24/.

Jos esimerkiksi lajittamoa on ajettu siten, että tietyllä tikkureduktion tasolla pyritään parhaaseen pitkäkuitusaantoon, ensiolajittimen rejektisuhteelle on valittava niin suuri arvo, että sille ei enää jää käytettäväksi säätöaluetta. Tällöin tikkupitoisuusvaihtelut on eliminoitava joko toisiolajittimen rejektisuhdetta tai rejektin jauhatusenergiaa säätämällä. Kun pyritään pienentämään lajittamoon tulevan massan tikkupitoisuudessa esiintyviä vaihteluita asettelemalla lajittamon hallintasuureita, lajittamoon on ensinnäkin valittava laitteet, joiden toiminta-alue on mahdollisimman laaja. Toiseksi on valittava hallintastrategia, joka jättää sen laitteen toiminta-aluetta riittävästi käy-

tettäväksi, jolla on paras potentiaali halutun massan ominaisuusvaihtelun vähentämiseksi.

Jos SC-paperihioketta valmistavan hiomon lajittamo kytke-
tään kuvan 11 mukaisesti, päästään lopputuotteen laadun,
prosessin toiminnan ja laadun tasaisuuden kannalta parha-
aseen tulokseen, kun rejektilinjan laitteet mitoitetaan 20 -
30 % rejektimäärän mukaisesti ja varataan runsaasti jauha-
tuskapasitettia. Hallintasuureiksi, joilla tasataan tikku-
pitoisuusvaihteluita, valitetaan ensiölajittelun rejektisuh-
de ja rejektin jauhatusergia. Hallintasuureiden asette-
lustrategian tulisi olla sellainen, että suuret tikkupitoi-
suusvaihtelut tasataan sihdin rejektisuhteella ja pienemmät
rejektijauhimen energian ominaiskulutuksella /24/.



KUVA 11. Kaaviokuva SC-paperihiokelajittamosta /24/.

7. YHTEENVETO

SC-paperilta vaaditaan hyvää ajettavuutta painokoneella ja superkalanterilla sekä hyvää painettavuutta. Ajettavuuteen vaikuttavat paperin veto- ja repäisylujuudet, painettavuuteen taas paperin vaaleus, opasiteetti, formaatio ja paperin symmetrisyys.

SC-syväpainopaperilta vaaditaan lisäksi sileyttä ja kokoonpuristuvuutta. Paperin huokoisuuden tulisi olla alhainen, jotta painovärin absorptio pysyisi pienenä. SC-offsetpaperin erityisvaatimukset ovat hyvä pintalujuus ja dimensiostabiliteetti.

SC-paperin pääraaka-aine on mekaaninen massa. Massa sisältää jäykkiä, pitkiä kuituja, mukautumis- ja sitoutumiskykyisiä pitkiä kuituja, huonosti sitoutuvaa hienoainetta sekä sitoutumiskykyistä hienoainetta.

Paperin lujuus saavutetaan sitoutumiskykyisillä pitkillä kuiduilla sekä hienoaineella. Repäisylujuus riippuu ensisijaisesti massan pitkäkuituosuudesta ja toissijaisesti kuidun lujuudesta. Vetolujuuteen vaikuttaa kuitujen mukautuminen ja sidostenmuodostuskyky. Hienoaine parantaa vetolujuutta asettumalla kuitujen välisiin tiloihin ja muodostamalla sidoksia kuitujen kanssa. Sitoutumaton hienoaine parantaa paperin opasiteettia, sillä kuitusidosten kohdalla valo ei taitu vaan kulkee paperin läpi taittumatta. Paperin formaatio huononee pitkäkuituosuuden kasvaessa.

SC-syväpainopaperissa täytyy olla mahdollisimman vähän isoja tikkuja, sillä tikut alentavat paperin sileyttä. Paperin tiiveys kasvaa hienoaineen määrän kasvaessa.

SC-offsetpaperin pölyämistä voidaan vähentää vähentämällä lyhyiden tikkujen määrää. Sitoutumiskykyinen hienoaine parantaa pintalujuutta. Paperin dimensiostabiliteetti taas paranee paperin sisältäessä mahdollisimman paljon sitoutumiskyvyttöä mate-

riaalia.

Hiokkeen pitkäkuitujae koostuu lähinnä pitkistä, fibrilloituneista ja osittain murskautuneista kuiduista. Hiokkeen pitkäkuitujae sisältää enemmän murskautunutta kuitumateriaalia ja enemmän ohutta rihmamaista materiaalia kuin painehiokkeen pitkäkuitujae. Painehiokie sisältää enemmän rikkoutumattomia kuituja. Suurin ero PGW ja PGW-S massojen välillä on PGW-S masan suurempi pitkäkuituosuus. Hiokkeen keskikuitujae on suurempi kuin paine- tai superpainehiokkeen keskijae, joka on näillä suunnilleen yhtä suuri. Kaikkien hiokemassojen hienoainefraktio on melko saman suuruinen. Hiokkeen tikkupitoisuus on 1 - 1,5 % ja painehiokkeen 0,5 - 1,0 % -yksikköä suurempi kuin hiokkeella. Superpainehiokkeen tikkupitoisuus on samaa luokkaa kuin painehiokkeen.

Hioke on sekä repäisy- että vetolujuudeltaan heikompaa kuin paine- tai superpainehiokie. Painehiokkeen repäisylujuus on 35 - 60 % parempi kuin hiokkeen repäisylujuus. Superpainehiokkeen lujuudet ovat selvästi paremmat kuin painehiokkeen. Tämä johtuu lähinnä superpainehiokkeen suuremmasta pitkäkuituosuudesta. Mitä korkeammassa lämpötilassa massa kuidutetaan sitä tummempaa massaa saadaan. Vaaleus kasvaa järjestyksessä PGW-S < PGW < GW.

SC-paperihiokkeesta tulee lajittelussa poistaa tikut ja kuitukimput. Myös pitkät ja sitoutumattomat kuidut saattavat vaikeuttaa paperin valmistusta etenkin, jos paperin neliömassa on alhainen. SC-offsetpaperia valmistettaessa on tärkeää poistaa pienet pölytikut, sillä ne aiheuttavat paperin pölyämistä.

Lajittelussa käytetään murskaimia puunsäleiden ja maksitikkujen hienontamiseen, sihtejä ja pyörrepuhdistimia epäpuhtauksien erottamiseen sekä jauhimia tikkujen kuiduttamiseen.

Sihdeissä hiukkasia lajitellaan reikä- tai rakolevyllä pääasiassa niiden kokoeroihin perustuen. Reikälevy soveltuu hyvin pitkien

tikkumaisten epäpuhtauksien erotukseen, kun taas rakolevy erottaa paremmin lyhyitä pallomaisia epäpuhtauksia. Painelajittelun hallintasuureita ovat syötön paine, massan sakeus, tuotanto, paine-ero syötön ja akseptin välillä sekä rejektisuhde.

Pyörrepuhdistin lajittelee hiukkasia perustuen niiden erilaiseen käyttäytymiseen keskipakokentässä. Pyörrepuhdistin erottaa tehokkaasti tiheitä, pieniä hiukkasia ja heikommin pitkiä tikkuja ja kuituja. Pyörrepuhdistimen hallintasuureita ovat paine-ero syötön ja akseptin välillä, lajittelusakeus ja rejektimäärä.

Rejektijauhimessa tikkujen määrä ja koko pienenevät. Samalla osa tikkuista kuiduttuu. Jäuhimen aktiivisia hallintasuureita ovat energian ominaiskulutus ja syötön määrä.

KOKEELLINEN OSA

8. KOESUUNNITELMA

Myllykoski Oy:n painehioke on repäisy-, veto- ja puhkaisulujuudeltaan erittäin hyvää. Kuidun keskipituus on korkea ja massan vaaleus ja valonsironta ovat kohtuullisen hyvät. Ongelman muodostavat tikut, karkeat kuidut ja kuitukimput. Näiden vähentämismahdollisuuksia tutkittiin kaksiosaisen koesarjan avulla.

Ensimmäisessä vaiheessa ratkaisua etsittiin hiomon ajotapamuutoksella. Tikut, karkeat kuidut ja kuitukimput pyrittiin poistamaan optimoimalla kivenalusfreeness-tasoa. Tavoitteena oli löytäänykyiselle lajittelujärjestelmälle kivenalusfreeness, jolla tikkupitoisuus saataisiin alas ja massan paperitekniset ominaisuudet olisivat mahdollisimman hyvät.

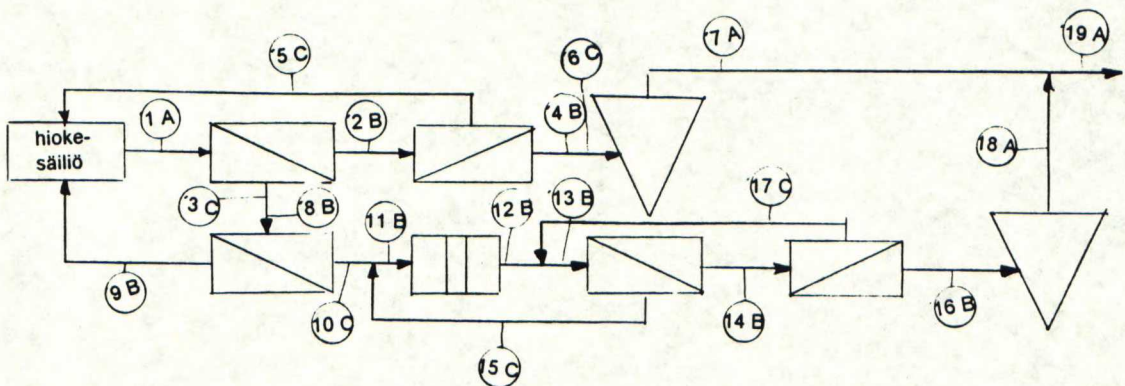
Toisessa vaiheessa tikut ja kuitukimput pyrittiin poistamaan kokonaan uudella lajittamolla, jonka toimivuutta testattiin pilot-mittakaavassa. Tampella Papertech Oy:n Koe-keskuksessa verrattiin Myllykoski Oy:n nykyistä painelajitteluprosessia Tampellan uusimpaan tekniikkaan. Koekeskuksessa selvitettiin erilaisten sylinteriyhdistelmien ja rejektisuhteiden sekä rejektijauhatuksen tehokkuuden vaikutuksia. Lajittelun hyvyttä arvosteltiin akseptimassan tikkupitoisuuden, pitkäkuitujakeen ominaisuuksien sekä lajitellun massan freeness-tason perusteella. Massan freeness-tason tuli olla n. 50 ml.

8.1 TEHDASKOEAJOT

Myllykosken painehiomossa on kadeksan painehiomakonetta, jotka on pareittain kytketty samalle akselille. Painehiomo on rakennettu vaiheittain kaksi konetta kerrallaan. Kaksi viimeiseksi rakennettua konetta ovat ns. superpainehiomako-

neita, joissa hiomakoneen sisäpaine on 4,5 bar. Muissa koneissa paine on 2,5 bar.

Hiomakoneilta massa menee sälemurskaimen kautta kaksipor-
taiseen painelajitteluun (kuva 12). 1 A-vaiheessa on kaksi
Ahlströmin painesihtiä, joissa on 1,6 mm reikäsihtilevyt. 1
B-vaiheessa on neljä Ahlströmin painesihtiä, joista kahdes-
sa on 0,20 mm rakosihtilevy ja kahdessa 0,25 rakosihtilevy.
Rakosihtilevyt ovat jyrsettä. 1 A-vaiheen rejekti menee 2
A-vaiheen lajitteluun ja 1 B-vaiheen rejekti palautetaan
lajittelun syöttöön. 1 B-vaiheen aksepti menee viisivaihei-
seen kaskadikytkettyyn pyörrepuhdistukseen, josta aksepti
johdetaan kahden painesaostajan kautta paperikoneille. 2 A-
vaiheen sihtinä on Ahlströmin painesihti 1,6 mm reikälevyl-
lä. Sihdin aksepti palautetaan lajittelun syöttöön. Rejeksi
saostetaan Thune-ruuvilla jauhatussakeuteen 10 - 15 %. Re-
jekti jauhetaan kahdella Enson 130 R jauhimella, jonka jäl-
keen massa lajitellaan kahdella Ahlströmin painesihdillä.
Ensimmäisessä sihdissä on 1,6 mm reikälevy ja toisessa 0,30
mm rakolevy. Aksepti johdetaan neliportaisen pyörrepuhdis-
tuksen kautta saostimille. 3 A-sihdin rejekti palautetaan
rejektin jauhatukseen ja 3 B-sihdin rejekti 3 A:n syöttöön.



KUVA 12. Myllykoski Oy:n painehiomon lajittelukaavio ja näyttteenottopisteet.

Tehdaskoeajoissa pyrittiin optimoimaan kivenalusfreenesssiä. Myllykoski Oy:n normaali lajittelun syötön freeness on noin 80 ml. Allasfreenessin optimoinnissa pyrittiin löytämään sellainen freeness-taso, jolla sekä pulmac- että PFI- tikku-pitoisuus ovat mahdollisimman alhaiset ja massan paperitek-niset ominaisuudet ovat SC-paperille mahdollisimman hyvät. Koeajoissa lajittelun syöttöfreenesseinä olivat 60, 80 ja 100 ml.

Lajittelun syöttöfreenesssiä muutettiin muuttamalla kivien terävyyttä. Kaksi kiveä kuudesta jouduttiin tylsyttämään, kun pyrittiin freeness-tasoon 60 ml. Vastaavasti kaksi ki-veä kuudesta jouduttiin teroittamaan pyrittäessä freeness-tasoon 100 ml. 60 ml koepiste ajettiin kuudella kivellä, 80 ml koepiste kahdeksalla kivellä ja 100 ml koepiste viidellä kivellä.

Lajittelun syöttöfreenessin muutoksesta huolimatta aksepti-massan freenessin tuli olla 50 ml. Akseptin freenesssiä sää-dettiin muuttamalla lajittelun rejektisuhteita. Koeajoissa jouduttiin ottamaan varsin runsaasti näytteitä, jotta la-jittelun rejektisuhteiden muutos saataisi selvitettyä. Näytteitä otettiin jokaisen lajitteluvaiheen syöttö-, ak-septi- ja rejektimassasta.

Massaa ajettiin koko koejon ajan paperikoneelle. Koeajon kesto täytyi rajata muutamaan tuntiin, koska ei voitu olla varmoja massan laadusta ja sen vaikutuksista paperikoneel-le. Kun syötön ja akseptin freeness oli saatu kohdalleen, aloitettiin näytteen otto.

8.1.1 LABORATORIOMÄÄRITYKSET

Kuvaan 12 merkityistä näytteenottopisteistä otettiin koea-joissa 30 minuutin välein neljä näytettä, jotka yhdistet-tiin. Kaikista näytteistä analysoitiin:

- sakeus	SCAN-M 1:64
- freeness	SCAN-M 4:65
- pulmac	liite 2
- PFI	SCAN-M 18:83

B:llä merkityistä pisteistä analysoitiin edellisten lisäksi

- Bauer McNett fraktiot (viirat 14, 28, 100, 200 mesh)	SCAN-M 6:69
-----------------------------------------------------------	-------------

A:lla merkityistä näytepisteistä valmistettiin lisäksi laboratoriaoarkit (SCAN-M 5:76), joista määritettiin standardin SCAN-M 8:76 mukaisesti (poikkeukset liitteessä 2):

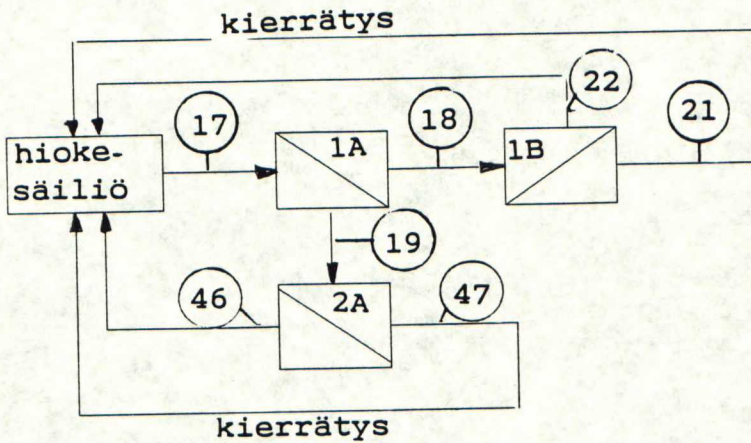
- vetoindeksi, repäisyindeksi, tiheys, huokoisuus, valonsi-
rontakerroin ja absorptiokerroin.

8.2 TAMPELLA-KOEAJOT

Koeajon ensimmäisessä vaiheessa oli tarkoituksena löytää sopivin sylinteriyhdistelmä ja rejektisuhde massan tikkupitoisuuden alentamiseksi siten, että massan pitkäkuitupitoisuus pysyy korkeana freeness-tason liiaksi laskematta.

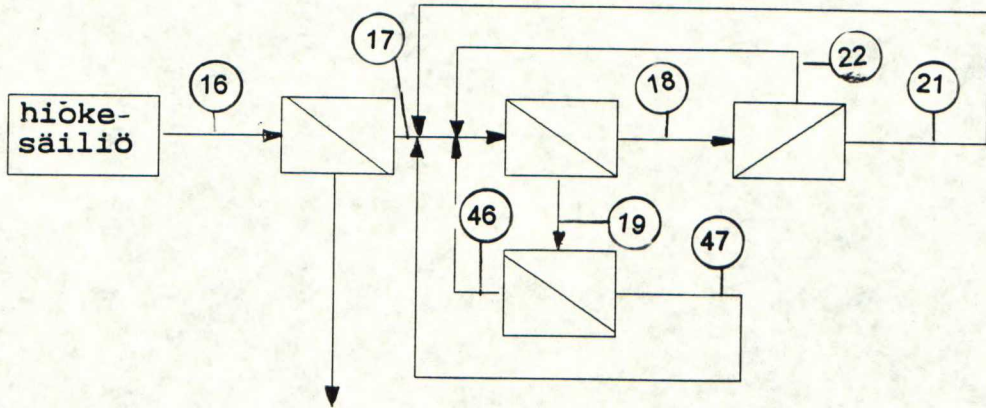
Koeajossa massana käytettiin Myllykoski Oy:n painehiomon lajittelun syöttömassaa. Saman aikaisesti massan oton kanssa Myllykosken lajittamossa suoritettiin lajittamon kartoitus, jotta lajittamon simuloinnin onnistuminen pystyttiin arvioimaan. Kartoituksessa tuli analysoida lajittelun syöttömassa, 1 B-sihtien akseptimassa sekä 2 A:n rejektimassa. Lisäksi tuli selvittää lajittelun kokonaisrejektisuhde.

Koeajon lajitinkytkentä vastasi Myllykoski Oy:n nykyistä kytkentää ja oli kuvan 13 mukainen.



KUVA 13. Lajittelukaavio ja näytteenottopisteet reikälajittelussa.

Ns. reikälajittelussa käytettiin mahdollisimman samanlaista sihtikalustoa kuin Myllykoskella on. Ns. rakolajittelussa pyrittiin pitlot-mittakaavassa kokeilemaan Myllykosken suunnitelmaa muuttaa 1 A-sihdit 0-sihdeiksi, 1 B-sihdit 1 A-sihdeiksi ja hankkia uusinta tekniikkaa olevat 1 B-sihdit. Rakolajittelun lajitinkytKentä oli kuvan 14 mukainen. Rakolajittelukokeet ajettiin kahdella 1 B-vaiheen kalustuksella. Lajittelukokeiden sylinteriyhdistelmät ja tavoiterekjektisuhteet ovat taulukossa 7.



KUVA 14. Lajittelukaavio ja näytteenottopisteet rakolajittelussa.

Kokeissa massaa kierrätettiin 1 B-vaiheen akseptista ja 2 A-vaiheen rejektistä takaisin lajittelun syöttöön, jotta koeajossa tarvittava massamäärä pysyisi kohtuullisena. Kun massa kulkee sihtien läpi, sen koostumus saattaa kuitenkin muuttua. Muutosten havaitsemiseksi joka koeajon lopuksi ajettiin ensimmäisenä ajettu rejektisuhde uudelleen.

Lajittelukokeet ajettiin vakiosyöttövirtauksella 40 l/s lajittelulämpötilan ollessa n. 50°C.

Ensimmäisen vaiheen kokeiden tulosten (kappale 9.2.2) perusteella valittiin toisen vaiheen lajittelukokeeseen kytkennäksi 0-sihti- ja rakolajittelu sekä 1 A- ja 1 B-vaiheiden sylintereiksi taulukossa 7 esitetyt rakosylinterit. 2 A-vaiheeseen päätettiin laittaa ensisijaisesti Ahlströmin jyrситty rakorumpu, jollainen Myllykoskella on jo valmiina. Toisen vaiheen kokeessa oli alunperin tarkoitus suorittaa läpiajot yhdellä sylinteriyhdistelmällä kolmella eri rejektisuhteella ja selvittää ensimmäisen vaiheen kierrätysajojen tulosten edustavuus todenmukaiseen kytkentään verrattu-

Taulukko 7. I-vaiheen lajittelukoe, sylinteriyhdistelmät, roottorit ja tavoiterekjitusuhteet

Koe	1A RPM 600			1B RPM 600			2A RPM 600			RR _a kok. %	Huomio	Koepiste
	Sylinteri	Roott.	RR _v %	Sylinteri	Roott.	RR _v %	Sylinteri	Roott.	RR _v %			
1	φ1,6s	Norm.	18	#0,20AP ¹⁾ (0,55)	Norm.	18	φ1,6P	Norm.	30	12	Kierrä- tysajo, massa- erä HS3 35 m ³	8897
2	"	"	24	"	"	24	"	"	40	24	35 m ³	8898
3	"	"	18	"	"	18	"	"	30	12		8899
4	φ1,6P	Norm.	4							n.5	O-sihtti- ajo; läpiajo massa HS1+HS2	8900
5	#0,15TP ¹⁾ 100C (0,7)	Ura- foili- roott.	17	#0,20TP 100C (0,40)	C-roott. + lisä- siivet	17	#0,20AP (0,55)	Norm.	30	12	O-sihtdin aksepti	8901
6	"	"	23	"	"	23	"	"	40	24	Kierrä- tysajo massa- erä 35 m ³	8902
7	"	"	28	"	"	28	"	"	45	36	erä 35 m ³	8903
8	"	"	17	"	"	17	"	"	30	12		8904
9	"	"	17	#0,15TP 100C (0,35)	"	17	"	"	30	12	O-sihtdin aksepti	8905
10	"	"	23	"	"	23	"	"	40	24	Kierrä- tysajo, massa- erä 35 m ³	8906
11*	"	"	28	"	"	28	"	"	45	36	erä 35 m ³	8907
12	"	"	17	"	"	17	"	"	30	12		
Va- ra*	"	"	15	"	"	15	"	"	20	<10	Ajetaan, mikäli CSF-pud. #0,20TP- rummulla on liian suuri	8907

1) AP = Ahlström profiili

2) TP = Tampella profiili
Koepisteet ajetaan vakiosyöttövirtaamalla 40 l/s

na. Koska ensimmäisen vaiheen kokeissa lajitellun massan freeness pyrki liiaksi laskemaan, päätettiin tutkia myös Tampellan korkeaprofiilisen lankarakosylinterin vaikutusta 2 A-vaiheessa. Toisen vaiheen lajittelukoe ajettiin siten kahdella sylinteriyhdistelmällä, kumpikin yhdellä rejektisuhteella.

Parhaaksi sihtisylinteriyhdistelmäksi I- ja II-vaiheen kokeissa todettiin 0-sihtirakolajittelu sylinteriyhdistelmällä $0,15TP100C(0,7) + 0,20TP100C(0,4) + 0,20AP(0,55)$ (kapale 9.2.2). Rejektinjauhatuskokeessa tämän yhdistelmän rejektimassat yhdistettiin ja massa sakeutettiin suotonauhapuristimella n. 35 % sakeuteen. Rejektimassa jauhettiin suursakeusjauhaimella SD RG 32/36, jonka terä oli tyyppiä 9811B. Jauhatus suoritettiin neljällä eri energian ominaiskulutustasolla tavoitteena jauhetun rejektimassan erilaiset freeness-tasot alueella 60 - 100 ml. Jauhettuja rejektimassoja ei lajiteltu valmiiksi massoiksi.

8.2.1 LABORATORIOMÄÄRITYKSET

Kuviin 13 ja 14 merkityistä näytteenottopisteistä otettiin joka koeajossa 10 min keräilynäytteet. Kaikista näytteistä analysoitiin Koekeskuksessa:

- sakeus	SCAN-M 1:64
- freeness	SCAN-M 4:65
- Bauer Mc Nett-fraktiot	SCAN-M 6:69
(viirat 14, 28, 100, 200 mesh)	

Kaikkien näytteiden Pulmac- ja PFI-tikkupitoisuudet (liite 2 ja SCAN-M 13:83) määritettiin Myllykoski Oy:ssä.

Koekeskuksessa analysoitiin 1 B-vaiheen aksepteista (näytepiste 21) sekä sovituista lajittelun syöttömassanäytteistä (näytepiste 17) massa- ja paperitekniset ominaisuudet:

- arkit SCAN-M 5:76
- paperitekniset ominaisuudet SCAN-M 8:76,
- josta poikkeukset liitteessä 2.

Lisäksi näistä näytteistä otettiin pitkäkuitujakeen (Bauer McNett +28-jae sisältäen +14-jakeen) valomikroskooppikuvat ja Myllykoski Oy tutki pitkäkuitujakeen paperitekniset ominaisuudet. Myös eräiden syöttö- ja akseptimassojen Pulmac-tikkujakeista otettiin valomikroskooppikuvat.

Koekeskuksessa analysoitiin lisäksi Myllykoski Oy:ssä suoritetusta lajittamon kartoituksesta lajittelun syöttömassan, 1 B-vaiheen akseptin sekä 2 A-vaiheen rejektin massa- ja paperitekniset ominaisuudet. Syöttö- ja akseptimassojen pitkäkuitujakeista ja Pulmac-tikuista otettiin valomikroskooppikuvat. Lisäksi Myllykoski Oy:ssä määritettiin näiden massojen Pulmac- ja PFI- tikkupitoisuudet.

Rejektinjauhatuskokeessa otettiin koko jauhatusjakson ajalta keruunäyte suotonauhapuristimelta poistuvasta massasta sekä puristimen suodoksesta. Kunkin EOK-tason aikana otettiin 12 min keruunäytteet jauhetusta rejektimassasta. Jauhetuista näytteistä määritettiin alkuperäinen sakeus, minkä jälkeen ne laimennettiin suotonauhapuristimen suodoksella ja niille tehtiin Tampella-hajotus (1-2 % sakeus, 10 min 1740 rpm). Hajoitetuista näytteistä analysoitiin Koekeskuksessa massa- ja paperitekniset ominaisuudet ja otettiin pitkäkuitujakeen ja Pulmac-tikkujen valomikroskooppikuvat. Näytteistä analysoitiin Myllykoski Oy:ssä Pulmac- ja PFI-tikkupitoisuudet sekä pitkäkuitujakeen paperitekniset ominaisuudet.

8.2.2 TULOSTEN KÄSITTELY

Tässä työssä optimaalista lajittelutapaa on pyritty etsimään siten, että X-muuttujana pidetään lajittamon rejekti-

suhdetta ja Y-muuttujana esim. lajittamon kykyä poistaa tikkuja. Näiden välinen riippuvuus oletetaan lineaariseksi. Kahden muuttujan lineaarisen yhteyden analysoimisessa X:n ja Y:n arvoja sovitetaan regressiomalliin /25/:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i \quad (4)$$

jossa β_0 ja β_1 ovat tuntemattomia parametreja, vakiotermi ja regressiokerroin, sekä $e_1 \dots e_n$ tietyn normaali-jakaumaa noudattavan satunnaismuuttujan e saamia riippumattomia arvoja.

Korrelaatiokerroin (r) mittaa kahden satunnaissuureen välisen lineaarisen yhteyden voimakkuutta eli sitä kuinka hyvin regressiomalli sopii havaintoaineistoon. Muuttujien välillä katsotaan olevan tilastollisesti merkitsevä lineaarinen korrelaatio, kun /26/:

$$|z_t| \geq t_{0,95}(n-2) \quad (5)$$

jossa $t_{0,95}(n-2)$ on t-jakauman arvo riskitasolla 0,025 vapausasteilla $n-2$, jossa n on havaintojen lukumäärä. Tässä tapauksessa $n = 4$ eli eri kokonaisrejektisuuhteiden lukumäärä. Kun z_t tiedetään olevan /26/:

$$z_t = r \sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^2} \quad (6)$$

voidaan laskea, että merkitsevä korrelaatio löytyy, jos $|r| \geq 0,835$.

Eri lajittamoita voidaan verrata toisiinsa vertaamalla niiden eri ominaisuuksien regressiosuoria.

Tilastolliset laskut tehtiin Statview II -ohjelmalla.

8.3 LAJITTELUN JA REJEKTINJAUHATUKSEN TUNNUSLUVUT

Lajittelukokeiden tunnusluvut on laskettu käyttäen seuraavia kaavoja:

- Massarejektisuhde koko lajittelulle

$$RR_m = 100 * \frac{m_R}{m_A + m_R} \quad (7)$$

jossa massavirtaamat m_A ja m_R on laskettu 1 B-vaiheen aksepti- ja 2 A-vaiheen rejektivirtaamien ja näiden mitattujen sakeuksien avulla.

- Massarejektisuhde yksittäisille sihdeille

$$RR_m = 100 * \frac{m_R}{m_S} \quad (8)$$

jossa m_R ja m_S ovat yksittäisen sihdin ja rejektin ja syötön massavirtaamat.

- Lajittelun akseptin tikkureduktio

$$SRE = \left[1 - \left(1 - \frac{RR_m}{100} \right) * \frac{S_A}{S_S} \right] * 100 \quad (9)$$

jossa S_A ja S_S ovat akseptin ja syötön tikkupitoisuudet. Tikkumääritysmenetelmä (Pulmac tai PFI) ilmoitetaan alaindeksillä.

- Rejektinjauhatuksen tikkureduktio

$$SRE = 100 * \frac{S_E - S_J}{S_E} \quad (10)$$

jossa alaindeksi J = jauhatuksen jälkeen ja E = ennen jauhatusta.

- Lajittelun pitkäkuitusaanto

$$LY = \left(1 - \frac{RR_m}{100}\right) * \frac{L_A}{L_S} * 100 \quad (11)$$

jossa L_A ja L_S ovat akseptin ja syötön pitkäkuitu-
tuosuudet.

- Rejektinjauhatuksen pitkäkuitusaanto

$$LY = 100 * \frac{L_J}{L_E} \quad (12)$$

jossa alaindeksi J = jauhatuksen jälkeen ja E = ennen jauhatusta.

- CSF-pudotus lajittelussa

$$CSF = 100 * \frac{CSF_S - CSF_A}{CSF_S} \quad (13)$$

jossa CSF_A ja CSF_S ovat akseptin ja syötön CSF-arvot. Sama kaava pätee rejektinjauhatuksessa, kun akseptin CSF-arvo korvataan jauhetun ja syötön CSF-arvo jauhamattoman rejektin CSF-arvoilla.

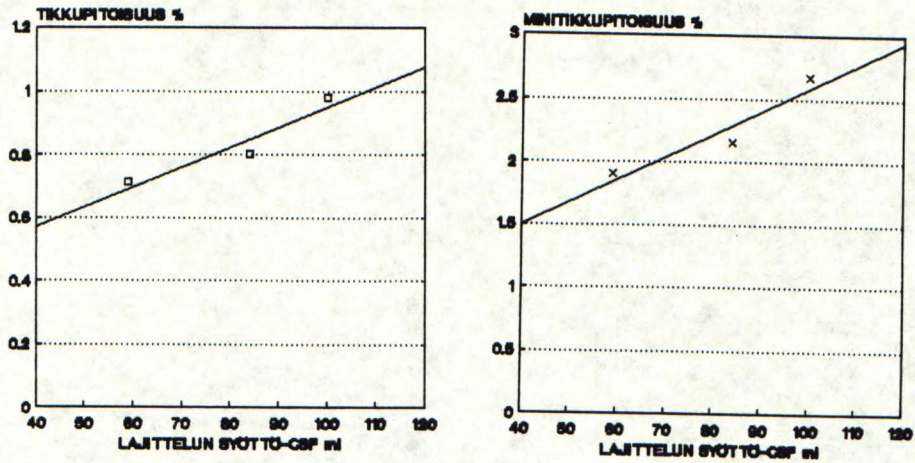
9. KOKEIDEN TULOKSET

9.1 TEHDASKOEAJOT

Tehdaskoeajoissa pyrittiin lajittelun syöttömassan free-nessiä muuttamalla saamaan massan tikkupitoisuus alas, siten että massan paperitekniset ominaisuudet olisivat vähintään entisellä tasolla. Lajittelun syöttöfreeness-tasoina olivat 60, 80 ja 100 ml. Lajittelun akseptimassan freenessin tuli olla n. 50 ml, joten lajittelun kokonaismassarejektisuhdetta tuli muuttaa.

Tehdaskoeajojen tuloksia tarkasteltaessa huomio kannattaa kiinnittää päälinjan pyörrepuhdistuksen akseptimassaan, sillä rejektimäärän muuttuminen koeajoissa aiheutti muutoksia rejektilinjan toimintaan. Rejektilinjaa ei pystytty näin lyhyen koeajon aikana optimoimaan, joten saostinmassan ominaisuudet eivät anna tuloksista oikeaa kuvaa. Rejektimäärän muuttuminen johtuu siitä, että akseptimassan free-nessiin 50 ml päästiin vain muuttamalla kokonaisrejektisuhdetta. Koeajojen pyörrepuhdistuksen akseptimassojen free-ness-arvot olivat 36, 42 ja 40 ml. Hiomon ajo-olosuhteet ovat liitteessä 3 ja koeajon tulokset taulukoituna liitteessä 4.

Lajittelun syöttömassan free-nessiä nostettaessa massan tikkupitoisuus lisääntyi (kuvat 15 a ja b). Pulmac-tikkupitoisuus lisääntyi sekä lajittelun syöttö- että akseptimassassa. Minitikkupitoisuus syöttömassassa oli alemmissa free-nesseissä yhtä suuri. Tylsä kivi repii puuta vähemmän kuin terävä kivi, jolloin massasta tulee hienompaa ja karkeiden tikkujen määrä on vähäisempi.

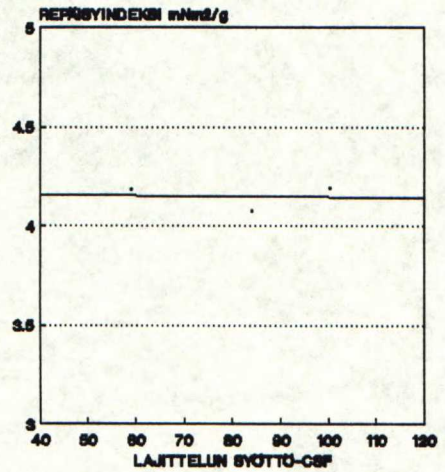
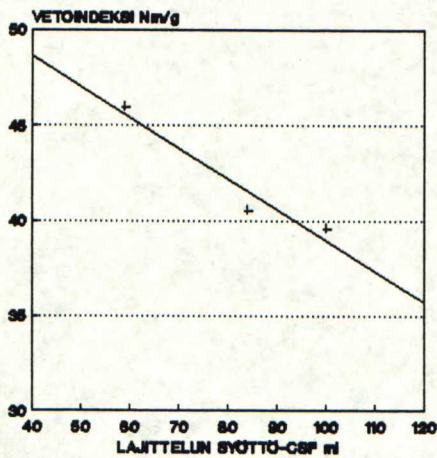


KUVA 15. Lajitellun massan Pulmac-tikkupitoisuus (kuva a) ja minitikkupitoisuus (kuva b) lajittelun syöttöfreenessin funktiona.

Massan veto- ja repäisylujuus pysyivät lähes samana kivenalusfreeness-tasoa alennettaessa (kuva 16). Alhaisempaan freenessiin valmistetun massan pitkät kuidut ovat fibrilloituneempia kuin korkeamman freeness-tason kuidut. Tämä näkyy pitkistä kuiduista (+30-jae) valmistettujen arkkien vetolujuudesta ja valonsirontakertoimesta (taulukko 8). Pitkien kuitujen vetolujuus ja valonsirontakerroin kasvavat freenessin alentuessa. Lisäksi massan vetolujuuden kasvuun vaikuttaa suurempi hienoaine määrä alhaisella freeness-tasolla. Kokeiden mukaan kuidun pituus kasvaa allasfreenessia alennettaessa (liite 3) Repäisylujuuden käyttäytyminen selittyy kuidun pituuden kasvusta ja hienoaineen määrän lisääntymisestä. Repäisylujuuteen kuidun pituuden ja hienoaineen määrän lisäksi vaikuttava pitkien kuitujen määrä on kaikissa koepisteissä yhtä suuri.

TAULUKKO 8. Massan pitkäkuitujakeen paperitekniset ominaisuudet.

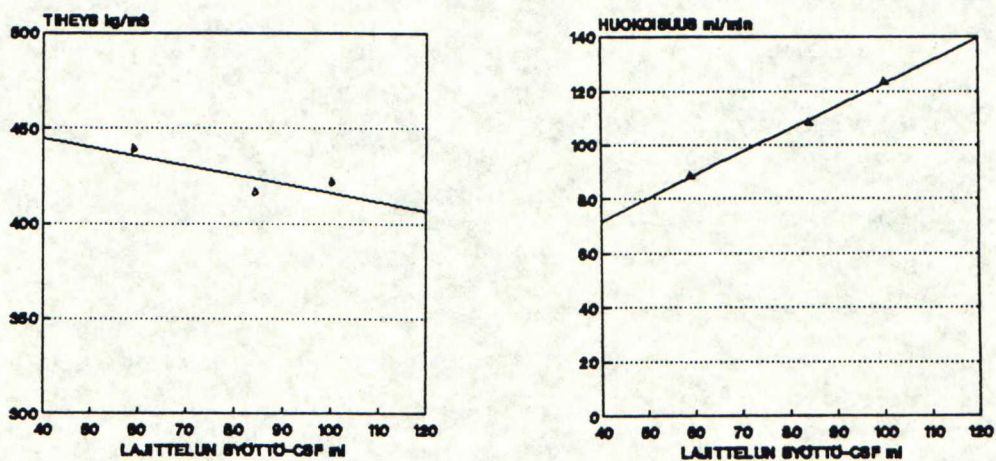
CSF ml	LAJITTELUN SYÖTTÖMASSA			SAOSTIN MASSA		
	60	80	100	60	80	100
TIHEYS kg/m ³	249	223	215	246	216	247
REPÄISYIND. mNm ² /g	5.5	4.2	4.0	5.8	4.5	4.5
VETOINDEKSI Nm/g	14.6	10.5	10.4	16.4	13.3	14.8
VALONSIR.K. m ² /kg	35.1	33.1	32.9	37.7	33.7	36.7
ABS.KERROIN m ² /kg	2.2	2.1	2.2	3.3	1.9	2.3



KUVA 16. Lajitellun massan vetolujuuden (kuva a) ja repäisylujuuden (kuva b) riippuvuus syöttömassan free-nessistä.

Massan tiheys laskee ja huokoisuus lisääntyy freenesstason noustessa (kuva 17). Massan hienoaine määrä vaikuttaa paperin tiheyteen. Mitä enemmän hienoainetta sitä tiheämpää on massasta valmistettu paperi. Hienoaine läpäisee lajittimien sihtilevyt, joten kivillä syntynyt hienoaine päätyy akseptimassaan. Johtuen suuremmasta hienoainepitoisuudesta myös

paperin valonsirontakerroin on suurempi alhaisella syöttö-
 masan freeness-tasolla. Paperin tiheyteen vaikuttaa lisäksi
 kuidun taipuisuus. Jäykät kuidut eivät taivu toistensa lo-
 miin ja kuituverkostosta tulee harvempi ja huokoisempi.



KUVA 17. Lajitellun massan tiheyden (a) ja huokoisuuden (b) riippuvuus lajittelun syöttöfreenessistä.

9.2 TAMPELLA-KOEAJOT

9.2.1 MYLLYKOSKI OY:N LAJITTAMON SIMULOINTI

Koekeskuksessa suoritettu Myllykoski Oy:n simulointiajon tulos ja tehdaskartoitus (taulukko 9) osoittavat simuloinnin onnistuneen tyydyttävästi, joskin Koekeskuksen kokees-

sa, tikkureduktio oli sekä Pulmac- että PFI- tikuiissa simuloinnissa suurempi. Syynä tähän voisi olla esim. ero sihtimallissa. Koekeskuksen TL50-sihdissä on matala rumpu, kun taas Ahlströmin sihdeissä rumpu on korkeampi. Lisäksi sihtisylinterierot voivat vaikuttaa tikkureduktioon.

Myllykosken lajittamon kartoituksen perusteella +14-jaetta jää massaan enemmän kuin Koekeskuksen simulointiajossa. Tämän johdosta freeness laskee lajittelussa vähemmän kuin simuloinnissa, jossa +14-jae saadaan paremmin poistettua massasta.

Simulointiajon perusteella reikälaajittelukoetta voidaan pitää perustana sylinterivertailulle.

TAULUKKO 9. Myllykosken lajittelun simulointi ja Myllykosken lajittelukartoitus.

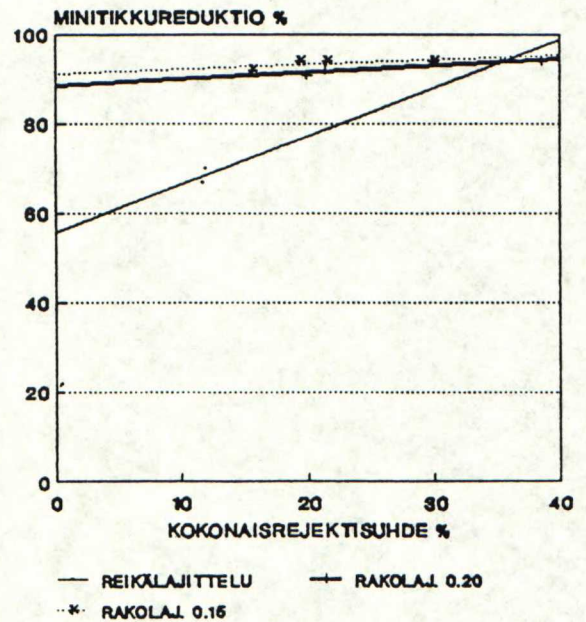
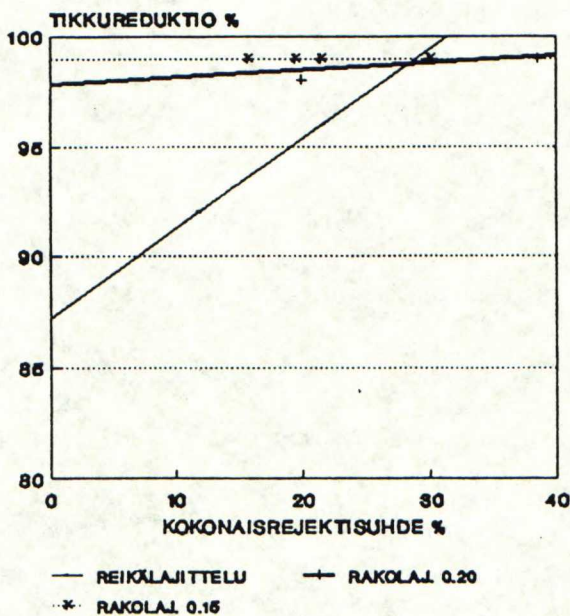
		Reikälaaj.koe	MOY laaj.kart.
RR _m	‰	11,8	11,4
CSF S/A ¹⁾ (Δ)	ml	71/48 (23)	86/61 (25)
CSF-pudotus	‰	32	29
Pulmac-tikut S/A ²⁾ (Δ)	‰	2,37/0,21 (2,16)	3,56/0,75 (2,81)
SRE _{Pu}	‰	92	81
PFI-tikut S/A ²⁾ (Δ)	‰	4,07/1,46 (2,61)	4,69/2,06 (2,63)
SRE _{PFI}	‰	68	61
BMcN +14 S/A (Δ)	‰	7,1/3,1 (4,0)	8,9/5,0 (3,9)
LY _{.14}	‰	39	50
BMcN +28 S/A (Δ)	‰	18,5/16,1 (2,4)	18,9/15,9 (3,0)
LY _{.28}	‰	77	75

¹⁾ S=syöttö, A=aksepti, Δ = syöttö-aksepti

9.2.2 REIKÄ- JA RAKOLAJITTELUN VERTAILU

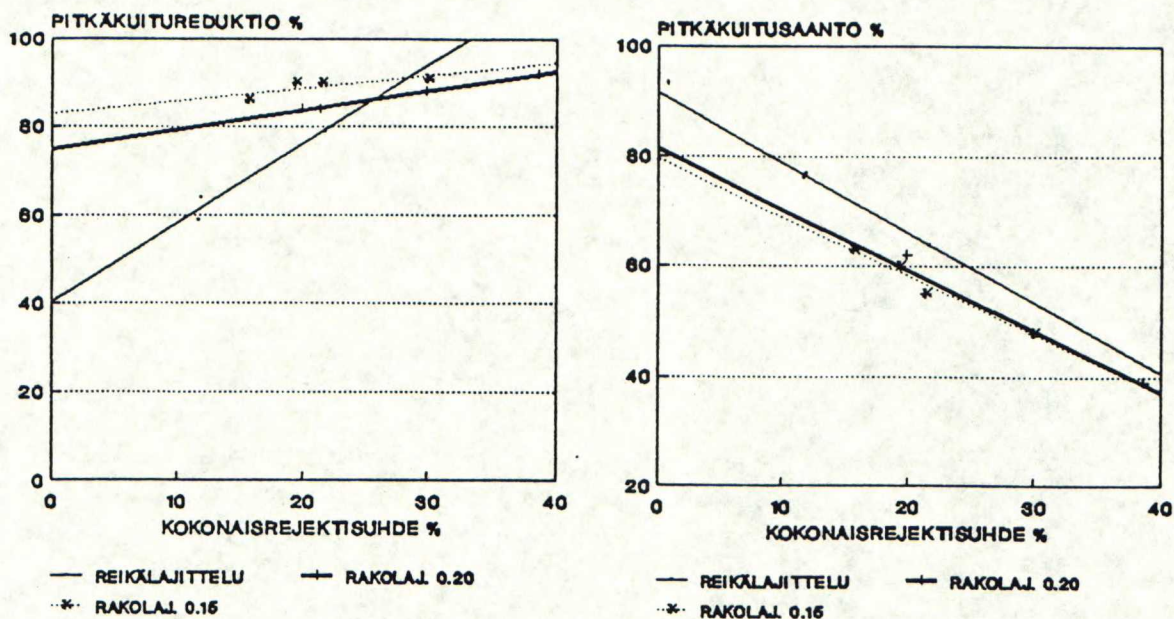
Lajittelukokeen tavoitteena oli löytää sylinteriyhdistelmä ja rejektisuhde, jolla saadaan suuri tikkureduktio ja suuri pitkäkuitusaanto (+28-jae), mutta jolla karkeat kuidut (+14-jae) saadaan poistettua ja freeness-pudotus jää alhaiseksi.

Rakolajittelulla saavutettiin parempi tikkureduktio sekä Pulmac- että PFI- tikuissa kuin reikälajittelulla (kuvat 18 a ja b). Rakolajittelun tikkureduktio oli lähes riippumaton rejektisuhteesta kun taas reikälajittelussa tikkureduktio oli voimakkaasti riippuvainen rejektisuhteesta. Rakolajittelun tikkureduktiotasolle päästään reikälajittelulla vasta n. 30 %:n kokonaisrejektisuhteella. Eri rakovaihtoehdoilla ei ollut merkitystä tikkureduktioon. Rakolajittelun parempi tikkujen erotuskyky johtuu yhden lisäsihdin (0-sihti) lisäksi siitä, että tikun todennäköisyys läpäistä käytetty rakosihtilevy on pienempi kuin läpäistä reikäsihtilevy.



KUVA 18. Tikkureduktion (kuva a) ja minitikkureduktion (kuva b) suhde kokonaisrejektisuhteeseen.

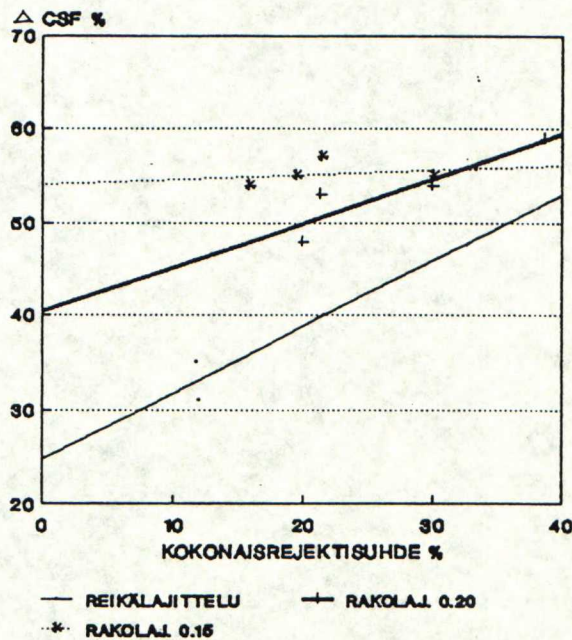
+14-jae pystytään poistamaan rakolajittelulla tehokkaammin kuin reikäajittelulla (kuva 19 a). Rakolajittelu poistaa +14-jaetta jo suhteellisen alhaisella kokonaisrejektisuhteella, kun taas reikäajittelussa +14-jakeen poistuminen riippuu voimakkaasti kokonaisrejektisuhteesta. Jos 1 B-vaiheessa käytetään tiukempaa sihtisylinteriä pystytään +14-jae eliminoimaan vielä tehokkaammin.



KUVA 19. +14-jakeen reduktion (kuva a) ja +28-jakeen (ei sisällä jaetta +14) saannon (kuva b) riippuvuus kokonaisrejektisuhteesta.

Pitkäkuitusaanto (+28-jae) on reikäajittelussa parempi kuin rakolajittelussa (kuva 19 b). Reikäajittelun parempi pitkäkuitusaanto perustuu siihen, että se ei pysty erottelemaan +14- ja +28-jaetta vaan päästää läpi myös enemmän karkeaa kuitua. Pitkäkuitusaanto on riippuvainen kokonaisrejektisuhteesta sekä reikä- että rakolajittelussa. Tämä johtuu siitä, että mitä enemmän massaa rejektoidaan sitä suurempi on todennäköisyys, että myös hyvää massaa joutuu rejektiin. 1 B-vaiheen rakokoon muuttaminen 0,15 mm:stä 0,20 mm:iin ei vaikuttanut pitkäkuitusaantoon, sillä molemmat sihtirummut olivat matalaprofiilisia.

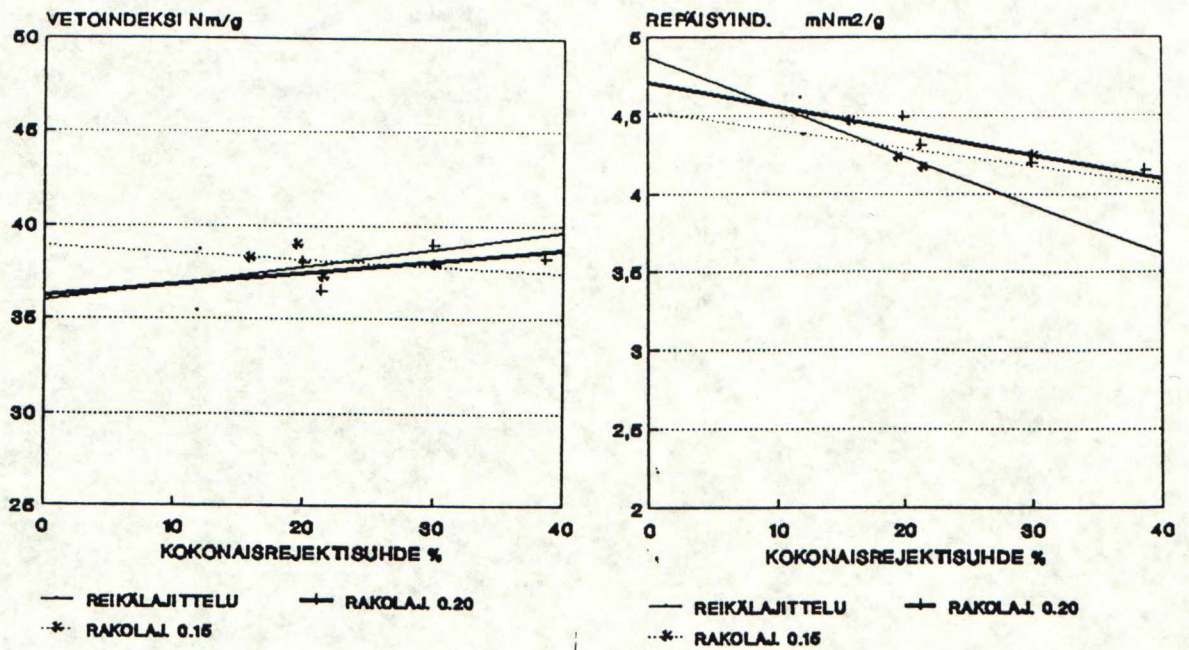
Freeness putoaa rakolajittelussa selvästi enemmän kuin reikalajittelussa. 0,15 mm rako 1 B-vaiheessa pudottaa free-nessiä enemmän kuin 0,20 mm rako. Tämä johtuu ilmeisesti +14-jakeen tehokkaammasta poistumisesta tiukemmassa rakolajittelussa. Freeness putoaa reikalajittelussa n. 30 - 40 % ja rakolajittelussa n. 50 - 60 % (kuva 20). Freenessin aleneminen lajittelussa riippuu kokonaisrejektisuhteesta. Freenessin putoaminen lajittelussa on onglema, sillä Myllykosken hiomossa pyritään korkeaan energian ominaiskulutukseen, jolloin massan freeness laskee. Lajittelussa ei ole enää varaa pudottaa free-nessiä aiheuttamatta mm. vedenpoisto-ongelmia paperikoneelle.



KUVA 20. Freeness-pudotuksen riippuvuus kokonaisrejektisuhteesta.

Massojen paperiteknisten ominaisuuksien hajonta oli varsin suuri, joten pitkälle menevien johtopäätösten teko on mahdotonta. Lajiteltujen massojen paperitekniset ominaisuudet ovat hyvin samalla tasolla (kuva 21 a ja b), mutta tarkasteltaessa syöttö- ja akseptimassan ominaisuuksissa tapahtuneita muutoksia nähdään joitakin eroja (taulukko 10). Veto-

lujuus ja valonsirontakerroin kasvavat enemmän rako- kuin reikälajittelussa. Toisaalta repäisylujuus laskee rakolajittelussa hieman enemmän kuin reikälajittelussa. Repäisylujuuden lasku rakolajittelussa selittyyne +14-jakeen tehokkaammalla poistolla ja +28-jakeen huonommalla saannolla. Vetolujuuden ja valonsironnan parantumiseen taas vaikuttaa massan tiivistyminen. Tulokset on taulukoituna liitteessä 8.



KUVA 21. Vetoindeksin (kuva a) ja repäisyindeksin (kuva b) riippuvuus kokonaisrejektisuhteesta.

TAULUKKO 10. Syöttö- ja akseptimassan paperiteknisten ominaisuuksien väliset muutokset.

RRM %	REIKÄLAJITTELU			RAKOLAJITTELU $\times 0,10$				RAKOLAJITTELU $\times 0,15$			
	11,7	11,9	21,6	19,9	21,3	29,9	38,6	15,7	19,4	21,4	30
Δ TIHEYD kg/m ³	-5,0	23,0	23,0	48,0	31,0	60,0	65,0	47,0	61,0	64,0	57,0
Δ VETOINDEKSI Nm/g	-0,7	0,9	1,8	2,6	1,5	4,0	3,2	4,2	1,8	3,2	3,9
Δ REP.INDEKSI mNm ² /g	-0,6	-0,7	-1,0	-0,6	-1,0	-1,1	-1,2	-0,7	-1,0	-1,0	-0,9
Δ VALONSIR.K. m ² /kg	3,8	5,2	5,8	6,0	7,5	7,6	7,6	6,1	7,1	8,9	8,8

Pitkäkuitujakeen (+28-jae, sisältää jakeen +14) ominaisuuksia tarkasteltiin jakeen paperiteknisin ominaisuuksin sekä valomikroskooppikuvauksin. Paperiteknisissä ominaisuuksissa on jälleen suuri hajonta, joten tulosten tarkastelu on vaikeaa. Tiheydessä ja valonsironnassa tulokset ovat selvempiä kuin lujuusominaisuuksissa. Valonsirontakerroin on samaa suuruusluokkaa kaikissa lajitteluvaihtoehdoissa riippumatta kokonaisrejektisuhteesta. Reikälajittelussa +30-jakeen tiheys on suurin ja lajittelun tiukentuessa +30-jakeen tiheys laskee. Jos tiheyden muutos johtuisi fibrilloituneimmista kuiduista, myös vetolujuuden tulisi muuttua samoin kuin tiheyden. Näin ei kuitenkaan tapahdu. Tulokset on taulukoitu liitteessä 8.

Valomikroskooppikuvien mukaan kaikki kolme lajitteluvaihtoehtoa laskevat sihtien läpi jonkin verran "tuulenpesiä" (kuva 22) eli pitkiä kuituja, jotka ovat takertuneet toisiinsa fibrilleistä tai hienoaine on liittännyt kuituja yhteen. Nämä tuulenpesät saattavat hajota myöhemmin prosessissa yksittäisiksi kuiduiksi eivätkä silloin aiheuta ongelmia valmiissa paperissa. Sekä reikälajittelussa että Myllykosken nykyisessä lajittelussa akseptin pitkäkuitujae sisältää myös selviä tikkuja, joissa on useita kuituja rinnakkain kiinni toisissaan (kuvat 23 ja 24). Nämä tikut eivät hajoa prosessin myöhemmissä vaiheissa vaan näkyvät myös valmiissa paperissa.



KUVA 22. Painehiokkeen "tuulenpesiä".



KUVA 23. Reikälajitteluun pitkäkuitujakeen kuituja.



KUVA 24. Myllykosken lajittamon 1B-vaiheen akseptin pitkiä kuituja.

Tulosten perusteella parhaaksi lajitteluksi valittiin 0-sihtirakolajittelu siten, että 1 B-vaiheessa on 0,2 mm rakosihti. Kokonaismassarejektisuhteeksi jatkokokeisiin valittiin kokonaismassarejektisuhde 20 %, jolloin 0-sihdillä rejektoidaan 5 % ja varsinaisessa lajittelussa 15 %. Tähän päädyttiin, koska yhdistelmällä tikkureduktiot olivat korkeat, +14-jakeen reduktio oli suuri, samoin +28-jakeen saanto oli korkea. Freeness ei kuitenkaan pudonnut tällä yhdistelmällä yhtä paljon kuin tiukalla 1 B-vaiheen sihdillä. Kokonaisrejektisuhteeksi valittiin 20 %, koska se on mahdollista toteuttaa Myllykoskella ilman investointeja, ja tulosten mukaan 20 % on riittävä kokonaisrejektisuhde.

Freeness-pudotusta yritettiin edelleen pienentää vaihtamalla 2 A-vaiheen matala profiilisen jyrsityn rummun tilalle korkeaprofiilinen lankarakorumpu. Taulukossa 11 on esitetty tämän koeajon tuloksia. 2 A-sihdin korkeamman profiilin ansiosta 1 A-vaiheen syöttömassan freeness kasvoi arvosta 119 ml arvoon 133 ml, pitkäkuituus kasvoi vajaat 10 % ja tikkupitoisuus keskimäärin 20 %. 1 A:n akseptimassan freeness oli kuitenkin molemmissa koepisteissä 95 ml ja 1 B:n akseptin 42 ml. 1 B:n akseptin freeness ei noussut, koska 1 A-vaiheessa rejektisuhde oli korkea, 30 %. Karkeat kuidut kiersivät 1 A -vaiheen rejektistä 2 A-vaiheen aseptin kautta takaisin 1 A:n syöttöön. Rejektinjauhatuskokeessa päätettiin käyttää 2 A-vaiheessa matalaprofiilista jyrsittyä rumpua.

9.2.3 KIERRÄTYKSEN VAIKUTUS MASSAN LAJITTELUUN

Sylinteriyhdistelmällä 1A: 0,15TP100C(0,70), 1B: 0,20TP100C(0,40), 2A: 0,20AP(0,55) suoritettiin lajittelu sekä kierrätys- että läpiajona kokonaisrejektisuhteilla n. 20 % ja n. 30 %. Tulokset ovat taulukossa 11. Läpiajossa freeness-pudotus näyttää jäävän pienemmäksi kuin kierrätysajoissa, samoin tikkureduktio on hieman alhaisempi. Pitkä-

kuitusaanto (sekä +14-jae että +28-jae) on suurempi läpiajoissa.

Läpiajon tulokset vastaavat paremmin tehdasolosuhteita, sillä massan kierrätyksessä sen ominaisuudet saattavat muuttua, esim. kuitukimppuja voi avautua.

Suuremmalla kokonaisrejektisuhteella ajettu läpiajokoe ajettiin epähuomiossa muihin nähden liian suurella syöttösakeudella. Korkeampi syöttösakeus näyttäisi parantavan sekä tikkureduktiota että karkean kuidun reduktiota.

TAULUKKO 11. Lajittelun tunnusluvut kierrätysajoissa ja läpiajoissa sekä 2A-sihtisylinterivertailu.

Koepiste K/L ¹⁾		8901/8904 ⁴⁾ K	8902 K	8913 L	8911 L	8910 L
Lajittelulpt	°C	55	55	60	63	65
Syöttösakeus	%	0,90	0,89	0,80	1,03	1,12
RR _a	%	20,6	29,9	21,4	28,5	28,1
CSF S/A ²⁾	ml	83/41	83/38	70/44	76/41	76/42
ΔCSF	%	51	54	37	46	45
Pulmac-tikut ³⁾ S	%	3,57	3,57	2,80	3,67	3,67
A	%	0,06	0,04	0,09	0,03	0,04
SRE _{Pu}	%	99	99	97	99	99
PFI-tikut ³⁾ S	%	5,91	5,91	4,34	4,91	4,91
A	%	0,64	0,49	0,82	0,39	0,53
SRE _{PFI}	%	91	94	85	94	92
BMcN +14 S	%	7,8	7,8	9,2	12,2	12,2
A	%	1,6	1,3	3,0	1,3	1,9
LY _{.14}	%	16	12	26	8	11
BMcN +28 S	%	20,3	20,3	19,2	18,3	18,3
A	%	14,9	14,0	18,4	15,7	16,1
LY _{.28}	%	58	48	75	61	63

1) K=kierrätysajo, L=läpiajo

2) S=syöttö, A=aksepti

Sihtisylinterit: 1A # 0,15TP100C(0,7) kaikissa koepisteissä
 1B # 0,20TP100C(0,4) kaikissa koepisteissä
 2A # 0,20AP(0,55) muissa koepisteissä paitsi
 koepisteessä 8910, jossa # 0,20TP118(1,0)

9.2.4 REJEKTINJAUHATUSKOE

Rejektinjauhatusta varten massa ajettiin ensin 0-sihdin (ϕ 1,6P) läpi ja aksepti lajiteltiin läpiajona sylinteriyhdistelmällä $\# 0,15TP100C(0,7) + \# 0,20TP100C(0,4) + 0,20AP(0,55)$. Lajittelutulos on esitetty taulukossa 11 (koepiste 8913). 0-sihtiajon ja lajittelun rejektit yhdistettiin ja jauhettiin $> 20 \%$ sakeudessa. Jauhatuksen tunnusluvut on esitetty taulukossa 12.

TAULUKKO 12. Rejektinjauhatuksen tunnusluvut.

Koepiste		Jauhamaton	8917	8914	8915	8916
EOK	kWh/t	-	575	635	705	750
CSF	ml	248	101	103	98	80
Δ CSF	%		59	58	60	68
Pulmac-tikut ¹⁾	%	10,1	2,54	3,13	2,86	2,46
SRE _{Pu}	%		75	69	72	76
PFI-tikut ¹⁾	%	23,7	6,17	7,37	6,81	5,46
SRE _{PFI}	%		74	69	71	77
BMcN +14	%	24,7	7,7	7,7	9,7	9,4
LY _{.14}	%		31	31	39	38
BMcN +28	%	28,7	28,4	28,2	25,8	24,6
LY _{.28}	%		99	98	90	86

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

Kokeen tavoitteena oli jauhaa rejekti eri freenessarvoihin alueelle 60 - 100 ml. Tämä tavoite jäi kuitenkin saavutta-

matta CSF-arvojen vaihdellessa alueella 80 - 103 ml. Jauhatuskseen syötetty keskimääräinen energia oli välillä 750 - 575 kWh/t, joskin varsinkin suurilla jauhatusasteilla kuoritusvaihtelut takaisinpuskusta johtuen olivat suuria.

EOK:n kasvu laski loogisesti +28-jakeen osuutta. Pitkäkuitujakeen sitoutumiskyky näyttäisi parantuvan rejektinjauhatuskseen energiankulutuksen kasvaessa, sillä massan lujuudet pääsääntöisesti säilyivät vähintään ennallaan pitkäkuitujakeen osuuden kuitenkin pienentyessä. Muutokset ominaisuuksissa eivät kuitenkaan olleet erityisen suuria (liite 8).

9.3 JOHTOPÄÄTÖKSET

Massan tikkupitoisuutta, karkeiden kuitujen ja kuitukimppujen määrää on mahdollista alentaa muuttamalla nykyisen lajittamon ajotapaa tai uusimalla lajittamoaa.

Koeajojen mukaan nykyisen lajittamon ajotavan muuttamisessa tulevat kyseeseen joko allasfreenessin alentaminen tai kokonaisrejektisuhteen nostaminen. Kaikki SC-paperilta vaadittavat ominaisuudet ovat 60 ml allasfreeness-tasolla parempia kuin korkeammilla freeness-arvoilla. Lisäksi massan tikkupitoisuus on alhaisempi ajettaessa matalalla allasfreenessillä. Massa tulisi tehdä valmiiksi hiomakivillä ja siitä lajitellaan pois ainoastaan epäsopeva aines eli karkeat kuidut ja tikut. Alhaisen lajittelun syöttöfreenessin takia massaa ei voida enää jälkijauhaa, joten painelajittelun on toimittava moitteettomasti. Kokonaisrejektisuhteen nostaminen alentaisi myös massan tikkupitoisuutta. Myllykosken nykyisellä rejektin käsittely kalustolla kokonaisrejektisuhte voitaisi nostaa n. 20 %:iin. Koeajojen perusteella tällaisella ajotavalla paperiteknisistä ominaisuuksista repäisylujuutta lukuunottamatta kaikki pysyvät ennallaan. Repäisylujuus laskee rejektointia lisättäessä.

Lajittamon uusinnassa on myös kaksi vaihtoehtoa: joko uu-

sitaan painesihdit tai uusitaan rejektin käsittely kalustoa siten, että kokonaisrejektisuhdetta voidaan nostaa. Rejektisuhteen nostoa rajoittaa tällä hetkellä esisaostuskapasiteetti ennen jauhatusta. Investointina esisaostuskapasiteetin lisääminen on halvempi kuin painesihtien uusiminen. Rejektin määrän lisäämisestä aiheutuu kuitenkin repäisyjuuden laskua, jolloin sellun määrää paperissa joudutaan lisäämään. Tämä aiheuttaa paperin valmistuksen välittömien kustannusten nousua.

Tapellan Koekeskuksen koeajojen tulokset olivat niin hyviä, että painesihtien uusiminen olisi paras tapa tikkujen ja karkeiden kuitujen vähentämiseen. Uusilla lankarakosihdeillä saatiin pitkäkuitujakeen joukosta poistettua selvät tikut. Tähän ei pystytty nykyisillä reikälajittimilla, vaikka rejektisuhdetta nostettiin. Lisäksi paperitekniset ominaisuudet eivät lankarakosihdeillä oleellisesti huonontuneet. Sopiva sihtisylinteriyhdistelmä olisi: 0-sihtinä 0 1,6P, 1A-vaiheessa 0,15TP100C(0,70), 1B-vaiheessa 0,20TP100C(0,40) ja 2A-vaiheessa 0,20AP(0,55). Lajitellun massan freenessin putoamista voitaisi vähentää muuttamalla 1 B-vaiheeseen korkeampi profiilinen sihtirumpu.

10.^o TULOSTEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI

Tehdaskoeajojen tuloksiin tulee suhtautua kriittisesti, sillä suuren näytemäärän vuoksi rinnakkaismääriä ei voitu tehdä. Tehdasoloissa tapahtuvia hetkellisiä heilahduksia on kuitenkin pyritty kompensoimaan suorittamalla näytteenotto keräilyinä. Tämä vaimentaa yksittäisestä näytteestä mahdollisesti aiheutuvaa virhettä. Kivien tylsyttäminen ja terääminen ovat saattaneet vaikuttaa tuloksiin. Toisaalta tehdasoloissa on aina joku juuri terätty kivi.

Tampella-koeajojen tulosten luotettavuus on arvioitu regressioanalyysillä. Taulukossa 13 on lajittelun tunnuslukujen ja paperiteknisten ominaisuuksien korrelaatio kokonais-

rejektisuhteen kanssa.

TAULUKKO 13. Lajittelun tunnuslukujen ja paperiteknisten ominaisuuksien korrelaatio kokonaisrejektisuhteen kanssa.

KORRELAATIO- KERROIN	REIKÄLAJITTELU	RAKOLAJITTELU Ø 20mm	RAKOLAJITTELU Ø 15mm
ΔCSF	0.888	0.914	0.239
SREpu	1	0.579	0.921
SREpfi	0.975	0.893	0.652
SRE+14	0.975	0.997	0.796
LY +28	0.996	0.974	0.982
VETOIND.	0.302	0.513	0.3
REP.IND.	0.847	0.872	0.548
VALONSIR.	0.944	0.608	0.8
TIHEYS	0.832	0.579	0.055

Aikaisemmin todettiin (kappale 8.2.2) merkitsevän korrelaation löytyvän, jos korrelaatiokerroin on suurempi tai yhtä suuri kuin 0,835. Lajittamon tunnusluvut korreloivat hyvin kokonaisrejektisuhteen kanssa, mutta paperiteknisten ominaisuuksien korrelaatio on huono. Tämä johtunee lajitellun massan freenessin vaihteluista.

11. KOKEELLISEN OSAN YHTEENVETO

Kokeellisessa osassa Myllykoski Oy:n painehiokkeen tikkupitoisuutta ja karkeiden kuitujen määrää pyrittiin vähentämään kaksiosaisen koesarjan avulla. Ensimmäisessä vaiheessa

optimoitiin kivenalusfreeness-tasoa ja toisessa vaiheessa tutkittiin pilot-mittakaavassa kokonaan uutta lajittamoa. Kummassakin koesarjassa pyrittiin saamaan pulmac- ja PFI-tikkupitoisuudet mahdollisimman alhaisiksi siten, että paperitekniset ominaisuudet ovat SC-paperille mahdollisimman hyvät.

Kivenalusfreeness-tasoina olivat 60, 80 ja 100 ml. Lajittelun akseptimassan freenessin tuli olla n. 50 ml. Lajittelun syöttömassan freenessiä nostettaessa massan tikkupitoisuus lisääntyi. Samalla veto- ja repäisylujuudet alenivat. Massan tiheys laskee ja huokoisuus lisääntyy freeness-tason noustessa.

Pilot-kokeissa pyrittiin kokeilemaan Myllykoski Oy:n suunnitelmaa muuttaa 1 A-sihdit 0-sihdeiksi, 1 B-sihdit 1 A-sihdeiksi ja hankkia uusinta tekniikkaa olevat 1 B-sihdit. Ns. reikälajittelussa käytettiin mahdollisimman samanlaista sihtikalustoa kuin Myllykoskella on. Ns. rakolajittelussa otettiin mukaan 0-sihti ja vaihdettiin 1 B-vaiheen kalustusta. 1 B-vaiheessa käytettiin 0,20 mm matalaprofiilista rakosihtiä sekä 0,15 mm matalaprofiilista rakosihtiä.

Rakolajittelulla saavutettiin parempi tikkureduktio kuin reikälajittelulla. Lisäksi rakolajittelussa tikkureduktio oli riippumaton kokonaisrejektisuhteesta. +14-jae pystytettiin poistamaan rakolajittelulla tehokkaammin kuin reikälajittelulla. Pitkäkuitusaanto (+28-jae) oli reikälajittelussa parempi kuin rakolajittelussa. Freeness putosi rakolajittelussa selvästi enemmän kuin reikälajittelussa.

Tulosten perusteella parhaaksi lajitteluksi valittiin 0-sihtirakolajittelu siten, että 1 B-vaiheessa on 0,20 mm rakosihti. Freeness-pudotusta lajittelun yli yritettiin pienentää vaihtamalla 2 A-vaiheen matala profiilisen jyrsityn rummun tilalle korkeaprofiilinen lankarakorumpu. Tällä sihtikalustolla 1 A-vaiheen syöttömassan freeness kasvoi arvosta 119 ml arvoon 133 ml, pitkäkuituosuus kasvoi vajaat 10 % ja tikkupitoisuus keskimäärin 20 %. 1 A:n ja 1 B:n

akseptimassojen freenessit pysyivät kuitenkin muuttumattomina, joten rejektin jauhatuskokeessa käytettiin matalaprofiilista jyrsittyä rumpua.

Rejektinjauhatuskokeessa oli tavoitteena jauhaa rejekti eri freenessarvoihin alueelle 60 - 100 ml. Tämä tavoite jäi kuitenkin saavuttamatta CSF-arvoijen vaihdellessa alueella 80 - 103 ml.

Massan tikkupitoisuutta, karkeiden kuitujen ja kuitukimppujen määrää on mahdollista alentaa muuttamalla nykyisen lajittamon ajotapaa tai uusimalla lajittamo. Kaikki SC-paperilta vaadittavat ominaisuudet ovat 60 ml allasfreeness-tasolla parempia kuin korkeammilla freeness-arvoilla. Lisäksi massan tikkupitoisuus on alhaisempi ajettaessa malallalla allasfreenessillä. Lajittamon uusinnassa tulisi kyseeseen joko painesihthejen uusiminen tai rejektinkäsittelykaluston uusiminen siten, että kokonaisrejektisuhdetta voidaan nostaa. Uusilla lankarakosihdeillä pystyttiin pitkäkuitujakeen joukosta poistamaan selvät tikut. Tähän ei pystytty reikäsihdeillä rejektisuhdetta nostamalla. Uusilla 1 B-vaiheen sihdeillä sekä lajittelukytkennän muutoksella päästään haluttuun lopputulokseen.

LÄHDELUETTELO

1. PAULAPURO, H., LAAMANEN, J., Papermaking properties of mechanical pulps. 1988 International Symposium "Paper, A Physically Engineered Product, Miami University, Oxford, Ohio, May 16-19, 1988, 43 s.
2. HELMINEN, J., Kemiallisen massan rooli SC-offsetpaperissa. Diplomityö, TKK, 1991.
3. HOOPER, A. W., Screening of Mechanical Printing Papers. Appita 42(1989)5, s. 377 - 382.
4. PASANEN, K., Täyspeittävien painettujen pintojen laikukkuuteen vaikuttavat tekijät päällystämättömillä SC-syväpainopapereilla. Diplomityö, TKK, 1987.
5. OITTINEN, P., SAARELMA, H., Graafinen Materiaalitekniikka. Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunnan moniste n:o 493, Espoo
6. SUNDHOLM, J., Mahdollisuudet vaikuttaa lopputuotteen laatuun ennen lajittelua. INSKO 213-88 II, 1988, 5 s.
7. NIKULA, S., Mekaanisen massan lajittelu / lajittelukytkenät. INSKO 218-88 III, 1988, 26 s.
8. HUUSKONEN, J., Lajittelun tarkoitus ja periaatteet. INSKO 91-83 I, 1983, 21 s.
9. PAULAPURO, H., VAARASALO, J., MANNSTRÖM, B., Mekaanisen massan valmistus. Toim. N. Ryti. Julk. SPIY/TTA. Turku 1983. s. 533 - 633.
10. BURKETT, K., TAPIO, M., Super PGW from Southern Pine. TAPPI 90 proc. (Atlanta): 53 - 59 (March 5 - 8, 1990).

11. KÄRNÄ, A., Effects of Conditions of Operation on Pressurised Grinding. International Mechanical Pulping Conference 1985, proc., Stockholm, Sweden, May 6 - 10, 1985, s. 128 - 135.
12. PENTTILÄ, I., Mekaanisten massojen ja sellun synergia. Diplomityö, TKK, 1991.
13. HONKASALO, J., EBELING, K., Comparative Characterization Of Various Mechanical Pulps; GW, TMP, PGW. EUCEPA 1981, Oslo, Norge, Session I: no. 6. 1981, 29 s.
14. HAIKKALA, P., LIIMATAINEN, H., MANNER, H., TUOMINEN, R., Pressure Groundwood (PGW), Super Pressure Groundwood (PGW-S) And Thermomechanical Pulp (TMP) in Wood-containing Printing Papers. International Mechanical Pulping Conference 1989, Helsinki, June 6 - 8, 1989, Preprints Vol 1, EUCEPA 1989, s. 36 - 48.
15. PASANEN, K., PELTONEN, E., HAIKKALA, P., LIIMATAINEN, H., Experiences in Using Super Pressure Groundwood (PGW-S) in Myllykoski SC-Paper Mill. To be published in TAPPI 1991 International Mechanical Pulping Conference. Minneapolis, June, 1991. 8 s.
16. SUNDHOLM, J., MANNSTRÖM, B., Pilot Plant Studies on the Relation Between Mechanical Pulp Characteristics and Critical Properties of Uncoated Magazine Paper. Paperi ja Puu 67(1985):11, 662 - 664, 667 - 670.
17. GAVELIN, G., Anjala Pappersbruk: Världens Största Tryckslipmassatillverkare. Svensk Papperstidning 92(1989):16, 36 - 38, 41.
18. WATHÉN, P., Sihtilajittelu ja sen kehitys. INSKO 213-88 IV. 1988. 23 s.

19. GUSTAFSSON, H., SURAKKA, J., HUUSKONEN, J., LANKINEN, M., MATULA, J., Massan puhdistus ja ilmanpoisto. Paperin valmistus. Toim. A. Arjas. Julk. SPIY/TTA. Turku 1983, s. 497 - 524.
20. HAUTALA, J., Tampella Papertech Oy, Suullinen tiedonanto.
21. MATULA, J., Pyörrepuhdistimet. INSKO 91-83 IV. 1983.6s.
22. BEAUDRY, R. N., A State-of-the-art Reject System for Mechanical Pulping. Pulp and Paper Cam 84, no 12:116-119 (T287 - 290), (Dec. 1983).
23. REPO, K., Lajittamon vaikutus hiokkeen laatuvariaatioihin. Diplomityö, TKK, 1990.
24. ANJALA, M., Mekaanisen massan lajittamon hallintaperiaatteiden etsiminen, Lisenssiauttityö, TKK, 1984.

LIITELUETTELO

- Liite 1. SC-paperin tuoteanalyysi
- Liite 2. Laboratoriomääritykset
- Liite 3. Hiomon prosessitiedot
- Liite 4. Tehdaskoeajojen laboratorioarvot
- Liite 5. Myllykosken lajittelukartoituksen näytteet
- Liite 6. I-vaiheen lajittelukokeiden prosessitiedot
- Liite 7. I-vaiheen lajittelukokeiden lajittelukaaviot ja laboratorioarvot
- Liite 8. I-vaiheen lajittelukokeet, paperitekn. om.
- Liite 9. II-vaiheen lajittelukokeiden prosessitiedot
- Liite 10. II-vaiheen lajittelukokeiden lajittelukaaviot ja laboratorioarvot
- Liite 11. II-vaiheen lajittelukokeet, paperitekn. om.
- Liite 12. Rejektinjauhatuskokeen prosessitiedot ja laboratorioarvot
- Liite 13. Rejektinjauhatuskoe, paperitekniset ominaisuudet

Toiminnalliset ominaisuudet

Mitattavissa olevat tilasuureet

1. AJETTAVUUS JÄLKIÄSITTELYKONEILLA JA PAINOKONEELLA

- Hyvä ajettavuus painokoneella edellyttää alhaista katkofrekvenssiä, joten paperin yleisen lujuustason tulee olla hyvä.

- Ratakatko painokoneella aiheutuu usein jännityshuipusta, jotka johtuvat rainassa olevista vioista, kuten tikusta, limäläiskistä, reunavirheistä jne.

- Paperin yleistä lujuustasoa voidaan kuvata sen vetolujuudella.

- Paperin viansietokykyä uskotaan voitavan parhaiten kuvata poikkisuuntaisella repäisyjuudella. Vetomurtotyötä ja murtositkeyttä on myös ehdotettu tällaiseksi indikaattoriksi.

2. PAINETTAVUUS

- Painetun pinnan sävyalueen tulee olla laaja ja painojäljen densiteetin suuri.

- Painojälki ei saa näkyä häiritsevästi paperin toiselle puolelle, ts. läpipainatuksen tulee olla pie-ni.

- Painojäljen tulee olla tasainen koko arkin alueella.

- Painojäljen tulee olla samanlainen paperin kummallakin puolella.

- Hyvä vaaleus auttaa laajan sävyalueen ja suuren densiteetin saavuttamisessa.

- Läpipainatus riippuu yleisesti paperin opasiteetista sekä siitä, miten painoväriin pigmentti ja sideaine tunkeutuvat paperiin, mihin taas vaikuttaa paperin huokoisuus.

- Hyvä paperin formaatio on tärkeä edellytys tasaisen painojäljen saavuttamiseksi. Paperin pinnassa ei saa olla markkeerausta.

- Paperin tulee olla symmetrinen.

3. PAINETUN TUOTTEEN KÄSITELTÄVYYS

- Painetun tuotteen käsittelävyyden tulee olla hyvä, painotuotteen tulee säilyttää ryhtinsä.

- Paperin jäykkyyden tulee olla riittävä.

Toiminnalliset ominaisuudet

Mitattavissa olevat tilasuureet

SC-SYVÄPAINOPAPERIN ERITYISVAATIMUKSET

- Painoväriin absorption tulee olla pieni, jotta väripainatuksessa saataisiin hyvä painatustulos.

- Paperin pinnan tulee olla tiivis. Öljynabsorptiota ja painoväriin absorptiota on käytetty pinnan tiiviyyttä kuvaavina tilasuureina. Alhainen ilmanläpäisevyys ja suuri tiheys myötävaikuttavat myös pienen painoväriin absorption saavuttamiseen.

- Painetussa pinnassa ei saa esiintyä puuttuvia pisteitä.

- Paperin pinnan tulee olla tasainen ja sileä. Hyvä sileys ja formaatio ovat tärkeitä. Paperin suuri kokoonpuristuvuus kompensoi osittain huonoa siileyttä.

- Painojäljen kiillon tulee olla korkea.

- Paperin korkea kiilto ja sileys vaikuttavat parantavasti painojäljen kiiltoon.

SC-OFFSETPAPERIN ERITYISVAATIMUKSIA

- Paperin pinnan on kestävä voimia, jotka aiheutuvat painoväriin halkeamisesta nipin ulostulopuolella. Paperin pinta ei saa revetä eikä pölyämistä saa esiintyä.

- Paperilla täytyy olla riittävä pintalujuus ja alhainen pölyämistäipumus.

- Paperi ei saa delaminoitua painoprosessissa.

- Paperin delaminoitumistaipumusta voidaan arvioida sen z-suuntaisena lujuutena.

- Paperi kostutetaan offset-painatuksessa. Tämä aiheuttaa dimensiomuutoksia paperissa. Eri painovärien kohdistus ei saa tuottaa ongelmia.

- Paperilla täytyy olla hyvä dimensiostabiliteetti.

LIITE 2

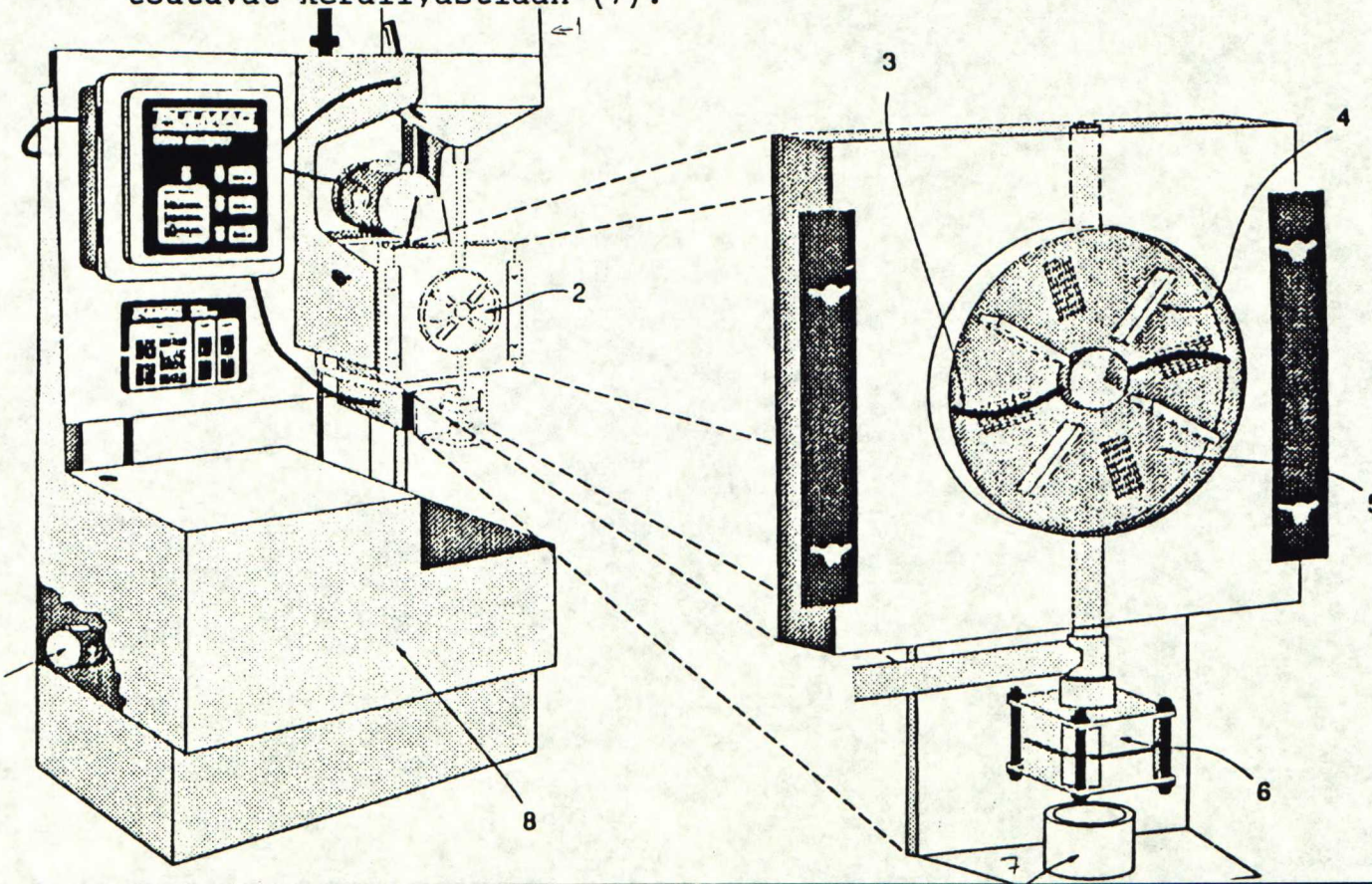
Poikkeukset standardiin SCAN-M 8:76

neliömassa	3 arkkia punnitaan erikseen
tiheys	2 arkkia, 3 paksuusmittausta arkista, laite kuvattu standardissa SCAN-P 7:75
vetolujuus	2 arkkia, 4 mittausta arkista, laitteena Alwetron TH-1 (horisontaalinen vetolujuusmittari)
repäisylujuus	3 arkkia, 4 testikappaletta yhdestä arkista, jotka revitään yhtäaikaan, laite kuvattu standardissa SCAN-P 11:73
abs.kerroin	2 arkkia, 4 mittausta arkista SCAN-M 7:76
valonsirontakerroin	laite SCAN-G 1:75
huokoisuus	
-tehdaskoeajot	laite SCAN-P 21:67 Bentsen ilmanläpäisevyys laitteella
-Tampellakoeajot	2 arkkia, 3 mittausta arkista, laite SCAN-P 19:78 ilmanläpäisevyys Gurley menetelmä

PULMAC-TIKKUANALYSAATTORIN TOIMINTA

Pulmac Tikkuanalysaattori on alhaisilla sakeuksilla toimiva nopeaan virtaukseen perustuva sihtauslaite, jossa sihtausprosessi tapahtuu tarkoin valvotuissa olosuhteissa.

Syöttösäiliöön (1) annosteltua sulppua laimennetaan tuloveisäiliöstä (8) otettavalla vedellä. Laimennettu ja sekoitettu massa virtaa alaspäin sihtikammioon (2). Sihtikammion pienessä tilassa vahvikesiivet (4) ja sekoitusvarsi (4) kehittävät voimakkaan pyörrevirtauksen. Kammion takaseinän muodostaa sihtilevy (5), jossa on 0,1 mm säteittäisiä rakoja. Sihtikammion vakio-olosuhteiden ansiosta tikut erottuvat massasta toistokelpoisella tavalla. Massakuidut huuhtoutuvat sihtilevyn läpi poistosäiliöön ja siitä edelleen viemäriin. Tikut jäävät sihtikammioon kunnes prosessin loppuvaiheessa tyhjennysventtiili (6) avautuu ja tikut huuhtoutuvat keräilyastiaan (7).



PAINELAJITTIMIEN VIRTAAUKSET JA SAKAUDET

VIRTAUS m3	KOEAJO 1			KOEAJO 2			KOEAJO 3		
	SYÖTTÖ	AKSEPTI	REJEKTI	SYÖTTÖ	AKSEPTI	REJEKTI	SYÖTTÖ	AKSEPTI	REJEKTI
'1 A	25	25,67	1,6	25,5	27,06	2	22,5	21,56	2
'1 B	25,67	25,13	1,4	27,06	34,25	1,4	21,56	21,03	1,2
'2 A	6,09	3,8	2,1	5,99	4,22	2	5,92	4,2	2
'3 A	9	8,12	0,75	9	7,7	0,75	9	8,27	0,75
'3 B	8,12	7,46	0,75	7,7	7,43	0,75	8,27	7,66	0,75

SAKEUS %	KOEAJO 1			KOEAJO 2			KOEAJO 3		
	SYÖTTÖ	AKSEPTI	REJEKTI	SYÖTTÖ	AKSEPTI	REJEKTI	SYÖTTÖ	AKSEPTI	REJEKTI
'1 A	0,89	0,78	1,39	1,22	1,03	1,62	1,07	0,97	1,58
'1 B	0,78	0,73	1,2	1,03	0,75	1,56	0,97	0,91	1,48
'2 A	0,7	0,57	1	1,08	0,85	1,44	1,11	0,85	1,5
'3 A	0,64	0,59	1,29	0,78	0,76	1,56	0,79	0,75	1,21
'3 B	0,59	0,53	1,12	0,76	0,65	1,36	0,75	0,69	1,22

LAJITTELUN MASSAREJEKTISUHITEET

KOEAJO	LAJITTELUN MASSAREJEKTISUHITEET %					
	'1 A	'1 B	'2 A	'3 A	'3 B	
1		10	8,4	49,2	16,8	17,5
2		10,4	9,9	44,5	16,7	17,4
3		13,1	8,5	45,7	12,8	14,8

LIITE 3

KIVI	KOEAJO 1			KOEAJO 2			KOEAJO 3		
	CSF ml	TEHO MW	TUOT. t/h	CSF ml	TEHO MW	TUOT. t/h	CSF ml	TEHO MW	TUOT. t/h
1				73	1.6	1.6	88	1.08	2.1
2				95	0.97	1.8			
3	26	1.75	1.7	115	1.12	1.5	69	1.37	1.9
4	81	1.32	1.8	62	1.13	1.4	123	0.98	2.1
5	81	1.56	2.2	56	1.46	1.9	55	1.63	2.2
6	85	1.08	2.5	180	0.68	2.4			
7	88	1.42	0.9	135	1.26	2	70	2.08	1.5
8	78	1.44	1.2	40	2.44	1.2			

KOEAJOJEN LABORATORIOARVOT

KOEAJO 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
kuiva-aine %	0,89	0,78	1,39	0,73	1,2	0,4	0,34	0,7	0,57	1	1,62	11,2	0,64	0,59	1,29	0,53	1,12	0,36	6,3	
CSF ml	59	52	148	39	121	48	36	121	69	221	357	144	92	72	271	53	197	39	38	
PFI %	2,97	2,97	1,27	9,64	0,71	4	1,03	0,71	7,56	1,94	11,4	14,4	4,11	3,08	1,64	7,58	0,97	3,36	0,37	0,35
	4,72	2,6	12,2	1,7	6,95	2,15	1,9	8,72	3,11	14	17,3	7,75	5,75	3,81	12,8	3,09	7,61	1,49	1,25	
tiheys kg/m3	409			411			439											430	443	
huokoisuus ml/min	163			104			88											86	83	
vetoind. Nm/g	40,9			46			46											57	49,9	
rep.ind. mNm2/g	4,83			4,22			4,18											5,88	4,56	
valonsir. m2/kg	65			67,8			69											70,6	67,8	
abs.k.	2,37			2,55			2,74											60,8	66,5	
fraktiot %																				
yli 14	11,4	7,7		5,7			5,7	21,8	10,6	43,8	16,6	18,3	13,7			9,5		8,5	5,2	
'14-30	18	19,3		17			17,8	18,7	20	16,2	24,9	22,8	24,4			23,9		24	19,7	
'30-100	25,6	25,9		28			27,7	24,1	28,6	19,6	25,2	26,1	28,1			29		27,1	28,3	
'100-200	13,8	12,2		10,3			11,5	10,1	11,2	6,7	14,1	11,6	11,5			13,2		11,4	10,7	
alle 200	31,2	34,9		39			37,3	25,3	29,6	13,7	19,2	21,2	22,3			24,4		29	36,1	
kuidunpituus	0,96	0,96		0,86			0,94	1,12	1,03	1,39	1,16		1,11			1,04		1,08	0,91	

KOEAJO 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
kuiva-aine %	1,22	1,03	1,62	0,75	1,56	0,42	0,36	1,08	0,85	1,44	2,31	15	0,78	0,76	1,56	0,65	1,36	0,57	8,4
CSF ml	84	60	163	51	138	59	42	164	85	309	356	157	96	88	276	62	188	58	51
Pulmac %	3,56	1,2	8,54	0,75	3,69	0,77	0,8	9,34	1,82	13,8	10,9	2,39	2,01	1,18	4,78	0,83	2,63	0,4	0,28
PFI %	4,69	3,05	11,3	2,06	8,44	2,22	2,15	13,8	3,89	19,2	16,1	5,49	4,85	3,53	10,4	2,88	7	1,87	1,54
tiheys kg/m3	380			407			416											414	428
huokoisuus ml/min	541			135			108											120	109
vetoind. Nm/g	35,1			39			40,5											51,6	43,3
rep.ind. mNm2/g	4,63			4,06			4,07											5,43	4,61
valonsir. m2/kg	64,4			69,2			71,4											60,2	65,8
abs.k.	2,35			2,55			2,68											2,57	2,1
fraktiot %																			
yli 14	7,4	7,7		3,9			0,9	23,3	3,7		26,4	6,1	7,7	7	2,5			2,5	0,8
'14-30	15,2	16,4		15,4			17,9	18,3	21,2		22,7	25,4	25,6	24	24			25,2	20,2
'30-100	27,2	30,8		30,4			30,8	24,5	30,5		22,5	30,4	31,7	32,4	32,3			30,5	28,9
'100-200	12,3	13,8		13,1			13,7	10,9	12,7		8,3	11,2	10,2	10	10,7			10,3	11,9
alle 200	37,9	31,3		37,2			36,7	23	31,9		20,1	26,9	24,8	26,6	30,5			31,5	38,2
kuidunpituus	0,89	0,84		0,83			0,82	1,08	0,92				1,02		0,97			0,99	0,88

KOEPISTE 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
kuiva-aine %	1,07	0,97	1,58	0,91	1,48	0,34	0,23	1,11	0,85	1,5	2,42	13,4	0,79	0,75	1,21	0,69	1,22	0,52	7,8
CSF ml	100	75	219	59	178	73	40	190	95	335	373	84	66	60	153	44	134	39	45
Pulmac %	3,65	1,25	9,49	0,93	3,79	0,9	0,98	9,2	1,98	12,7	10,7	0,58	0,66	0,53	1,74	0,34	1,38	0,12	0,18
PFI %	6,21	3,37	14,2	2,51	10,5	3,28	2,67	12,6	5,05	19,4	18,3	2,23	2,42	2,15	4,7	1,61	4,39	1,17	1,03
tiheys kg/m ³	392			414			421											442	436
huokoisuus ml/min	250			160			123											79	103
vetoind. Nm/g	35			38			39,6											49,1	43,3
rep.ind. mNm ² /g	4,69			3,94			4,19											4,73	4,35
valonsir. m ² /kg	63,2			65,8			70											61,9	64,8
abs.k.	2,31			2,51			2,97											3,28	2,21
fraktiot %																			
yli 14	8,1	4,7		3			4,7	23,6	7,5		25,7	0,8	2,7	0,7		0,2		0,4	1,2
'14-30	19,8	17,9		17,4			17,6	17,1	17,9		20,6	18,8	20,3	18		16,6		16,3	17,5
'30-100	28,1	30,4		29,8			33	25,3	30,9		24,7	36,9	35,7	36,2		40		38,2	35,6
'100-200	15,6	14,6		15,6			15,5	9,3	13,1		12,5	16,6	15,8	13,5		17		18,8	17,7
alle 200	28,4	32,4		34,2			29,2	24,7	30,6		16,5	26,9	25,5	31,6		26,2		26,3	28
kuidunpituus	0,9	0,88		0,85			0,84	1,07	0,88		1,22	0,84		0,85		0,82		0,85	0,82

+30-jakeen paperitekniset ominaisuudet

KOEAJO 1	laj.syöttö	1 B aksepti	pp.aksepti
paksuus um	889,33	979,17	911,33
tiheys kg/m ³	249,18	247,97	246,67
valonsironta m ² /kg	35,05	36,71	37,72
abs.kerroin	2,23	2,64	3,27
vetoind. Nm/g	14,62	15,96	16,43
rep.ind. mNm ² /g	5,48	5,51	5,78

KOEAJO 2	laj.syöttö	1 B aksepti	pp.aksepti
paksuus um	752,33	1228,17	1076,83
tiheys kg/m ³	223,31	238,09	216,56
valonsironta m ² /kg	33,08	34,84	33,71
abs.kerroin	2,14	2,23	1,93
vetoind. Nm/g	10,54	12,79	13,28
rep.ind. mNm ² /g	4,17	5,07	4,94

KOEAJO 3	laj.syöttö	1 B aksepti	pp.aksepti
paksuus um	1040,5	1030,17	952,83
tiheys kg/m ³	215,28	230,25	246,84
valonsironta m ² /kg	32,93	35,85	36,68
abs.kerroin	2,16	2,57	2,34
vetoind. Nm/g	10,4	11,55	14,82
rep.ind. mNm ² /g	4,04	4,23	4,94

DATA 1570
PGW-NÄYTTEET MYLLYKOSKELTA 7.10.1991

	TRIAL	904701 LAJ. SYÖTTÖ	904702 1B AKSEPTI	904703 2A REJEKTI
PULP. CONS.	%	1.10	0.81	1.65
PULP PH		5.0	5.1	5.0
SHIVES (PULMAC)	%	3.60	1.75	16.40
CSF	ml	86	61	299
BMCN+14	%	8.9	5.0	30.4
BMCN+28	%	18.9	15.9	21.8
BMCN+100	%	33.8	33.3	26.3
BMCN+200	%	11.0	11.1	6.7
BMCN-200	%	27.4	34.7	14.8
BRIGHTNESS	%	64.0	63.8	62.6
BASIS WEIGHT	g/m2	71.2	71.4	74.8
T.E.A.	J/m2	32.5	39.1	20.0
POROSITY	s	39.6	55.9	6.9
DENSITY	kg/m3	415	438	344
STRETCH	%	2.1	2.3	1.7
TENSILE INDEX	Nm/g	32.8	34.6	24.3
TEAR INDEX	mNm2/g	5.04	4.58	6.87
ABS. COEFF.	m2/kg	2.18	2.45	1.61
SCATT. COEFF	m2/kg	67.38	72.72	47.15
OPACITY	%	96.4	97.2	93.0
CSF ¹⁾	ml	84	51	309
SHIVES (PULMAC) ¹⁾	%	3.56	0.75	13.80
SHIVES (PFI) ¹⁾	%	4.69	2.06	19.20

Comment: 1) Myllykoski Oy:n mittaustulokset

DATA 1572
MOY LAJITTELUKOE 7.-11.10.1991, PROSESSIAKVOT

TRIAL		CP8897	CP8898	CP8899	CP8900	CP8901	CP8902	CP8903	CP8904	CP8905	CP8906	CP8907	CP8908
		REIKALAJITTELU		O-SIIHTIAD		RAKOLAJITTELU		RAKOLAJITTELU		RAKOLAJITTELU			
MASS R. R.	%	11.7	21.6	11.9	5.5	16.7	25.8	35.0	15.3	16.8	25.9	10.8	14.7
SCR. TEMP.	C	62.9	61.5	60.0	65.3	54.8	54.9	54.7	54.8	51.1	51.3	51.3	51.5
INFLOW SCR.1	l/s	41.8	41.3	41.5	41.2	41.6	41.4	42.6	41.5	42.1	42.4	41.4	41.0
RR(VOL.) SCR.1	%	18.22	24.52	18.30	4.08	17.17	23.35	28.49	17.40	17.31	23.36	15.14	17.17
PR.DIFF. SCR.1	kPa	15.5	14.5	15.0	16.3	9.8	9.3	9.0	9.5	9.8	9.2	9.7	9.3
LOAD SCR.1	kW	47.7	47.5	47.5	49.5	42.0	41.8	41.5	41.6	41.5	41.3	41.4	41.2
INFLOW SCR.2	l/s	33.3	30.4	32.9	-	33.8	31.1	29.6	33.4	34.2	31.8	34.5	33.2
RR(VOL.) SCR.2	%	17.87	23.79	17.88	-	16.62	22.83	27.74	16.83	16.76	22.82	14.91	16.97
PR.DIFF. SCR.2	kPa	24.8	21.8	24.2	-	17.3	16.0	14.6	16.9	18.2	15.7	18.9	17.0
LOAD SCR.2	kW	25.5	25.4	25.5	-	24.5	23.7	23.5	23.9	23.8	23.2	23.5	23.4
INFLOW SCR.3	l/s	7.77	10.18	7.59	-	7.19	9.70	12.17	7.30	7.36	9.91	6.33	7.09
RR(VOL.) SCR.3	%	29.42	39.74	29.58	-	29.69	39.68	44.67	29.53	29.57	39.80	19.50	29.57
PR.DIFF. SCR.3	kPa	11.4	11.1	12.7	-	17.8	15.6	14.9	16.3	16.9	14.2	19.3	15.1
LOAD SCR.3	kW	52.8	52.5	48.8	-	42.9	42.5	42.5	42.2	42.8	42.5	42.4	42.2

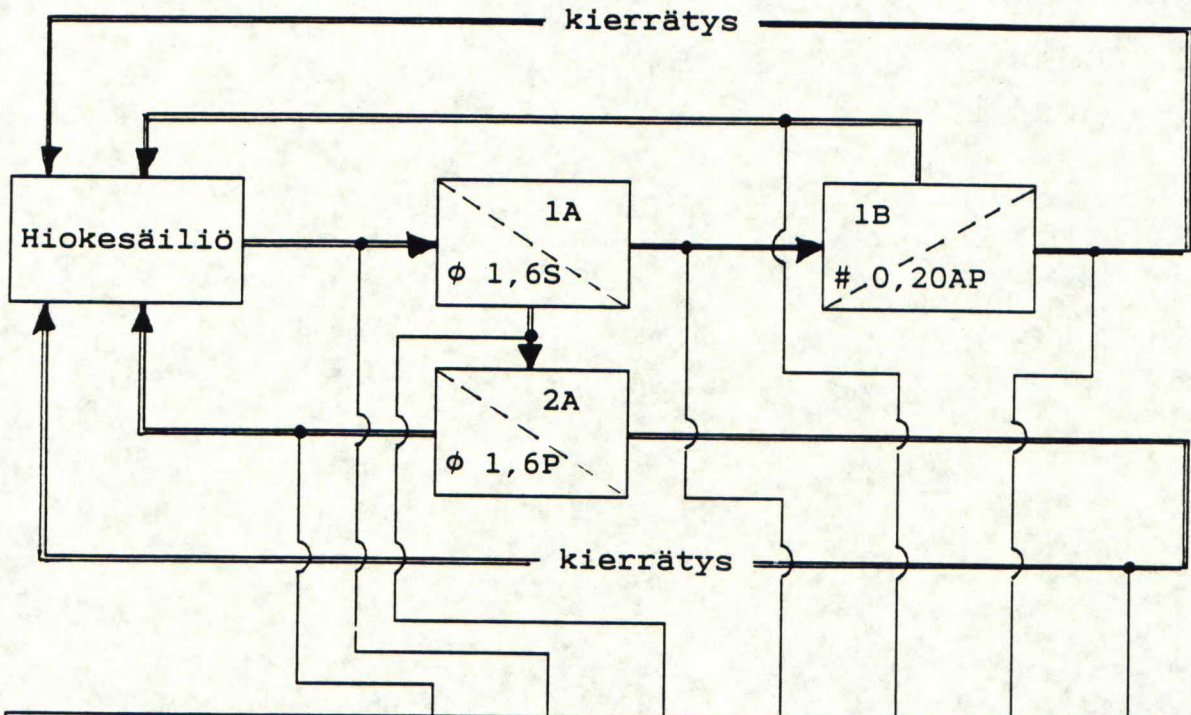
8897 - 8899 1A + 1B + 2A : Ø 1.6S + ## 0.20AP (0.55) + Ø 1.6P
8900 0-SIIHTI : Ø 1.6P
8901 - 8904 1A + 1B + 2A : ## 0.15TP 100C (0.7) + ## 0.20TP 100C (0.4) + ## 0.20 AP (0.55)
8905 - 8908 1A + 1B + 2A : ## 0.15TP 100C (0.7) + ## 0.15TP 100 C (0.35) + ## 0.20AP (0.55)

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8897

Pvm 8.10.1991

Klo 8.13 - 8.23



Näytepiste		46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	5,5	41,8	7,6	34,2	5,9	27,3	2,3
Sakeus	%	1,12	0,89	1,15	0,82	1,13	0,77	1,22
CSF	ml	126	74	145	57	106	48	182
Pulmac-tikut ¹⁾	%	2,98	2,48	8,52	1,01	3,62	0,22	8,93
PFI-tikut ¹⁾	%	6,46	3,93	9,71	2,38	7,17	1,48	19,0
BMcN +14	%	11,2	7,5	18,8	4,6	8,1	3,5	29,3
BMcN +28	%	25,8	18,4	22,9	17,6	24,3	15,9	20,4
BMcN +100	%	32,9	34,1	30,7	35,6	35,1	35,6	27,5
BMcN +200	%	9,7	11,5	9,2	11,7	10,6	11,6	7,9
BMcN -200	%	20,4	28,5	18,4	30,5	21,9	33,4	14,9

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

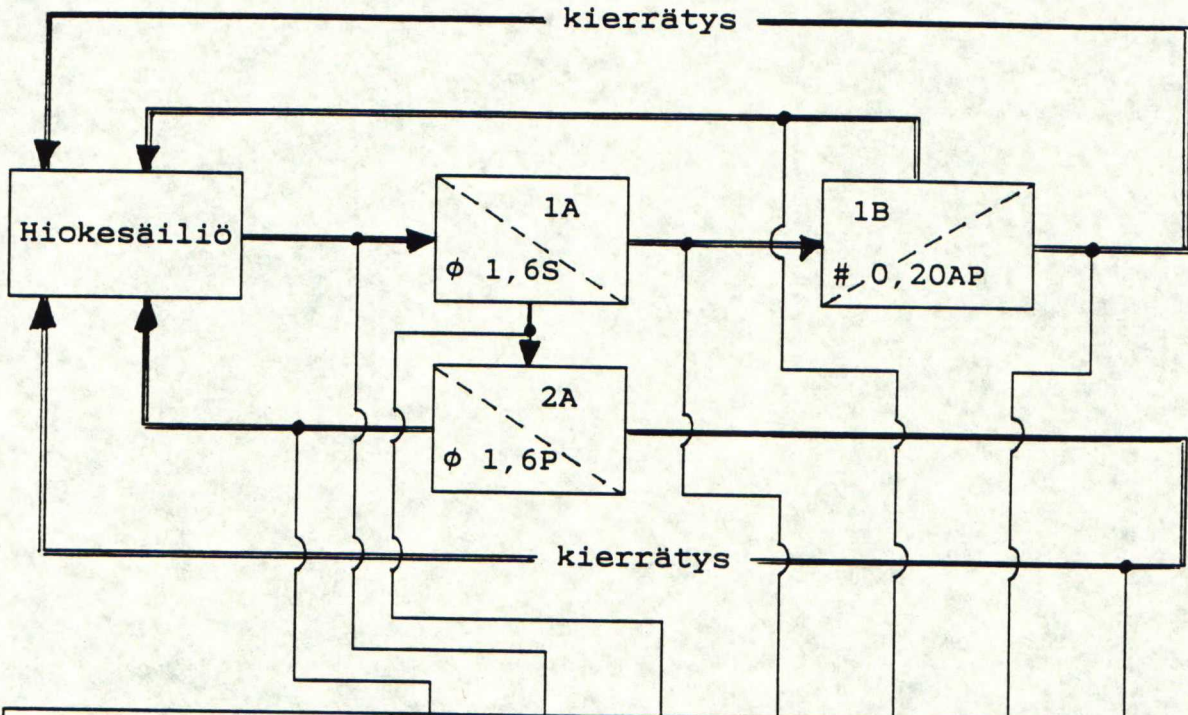
		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	11,7	23,5	24,6	31,2
Δ CSF	%	35	23	16	13
SRE _{Pu}	%	92	69	84	76
SRE _{PFI}	%	67	54	53	54
LY ₊₁₄	%	41	47	57	41
LY ₊₂₈	%	76	73	68	78

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8898

Pvm 8.10.1991

Klo 9.32 - 9.42



Näytepiste		46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	6,1	41,3	10,1	30,4	7,2	23,2	4,1
Sakeus	‰	1,07	0,88	1,09	0,81	1,06	0,74	1,17
CSF	ml	102	70	127	53	97	42	148
Pulmac-tikut ¹⁾	‰	2,35	2,67	6,15	0,74	2,39	0,15	8,75
PFI-tikut ¹⁾	‰	5,42	4,40	8,11	2,72	6,29	1,16	13,8
BMcN +14	‰	8,9	7,4	13,5	4,0	7,3	2,0	30,3
BMcN +28	‰	24,7	18,8	23,5	18,1	22,5	15,3	19,4
BMcN +100	‰	33,8	34,2	31,7	36,0	34,9	36,4	25,1
BMcN +200	‰	9,5	11,0	9,2	11,5	10,3	12,0	7,7
BMcN -200	‰	23,1	28,6	22,1	30,4	25,0	34,3	17,5

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

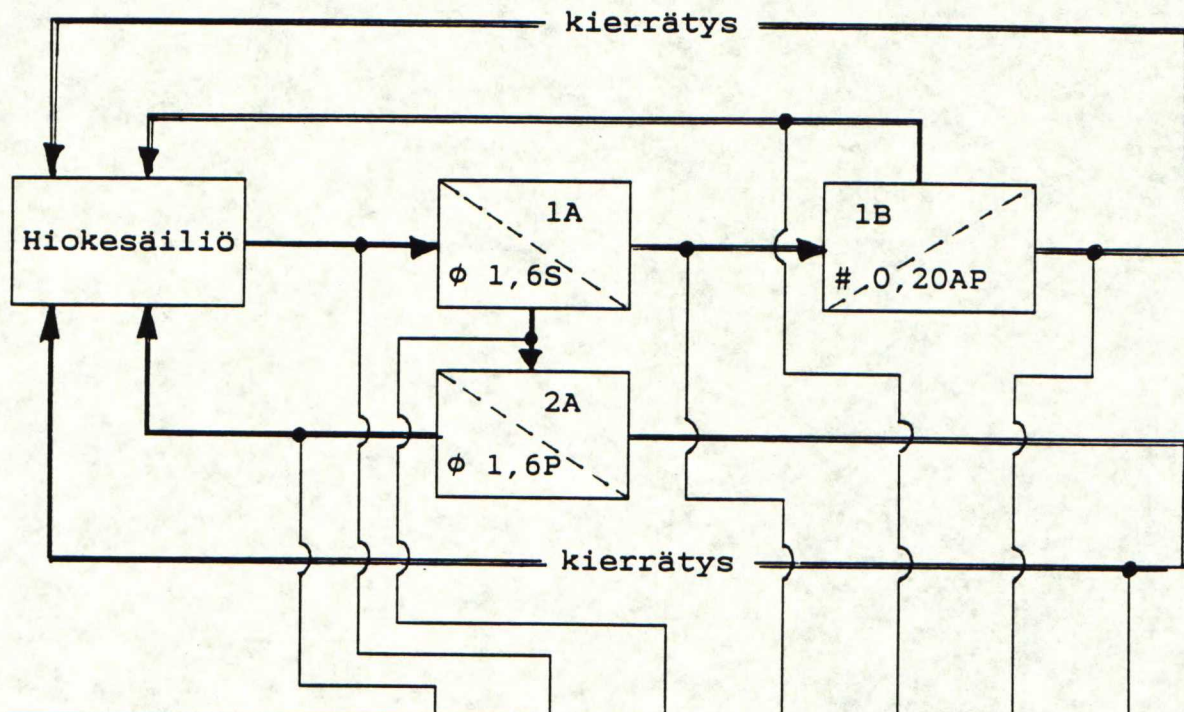
		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	‰	21,6	30,4	31,1	42,7
Δ CSF	‰	40	24	21	20
SRE _{Pu}	‰	96	81	86	78
SRE _{PFI}	‰	79	57	71	62
LY _{.14}	‰	21	38	34	38
LY _{.28}	‰	64	67	58	60

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8899

Pvm 8.10.1991

Klo 11.40 - 11.50



Näytepiste		46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	5,3	41,5	7,6	32,9	5,9	27,0	2,3
Sakeus	%	1,15	0,89	1,11	0,79	1,08	0,76	1,24
CSF	ml	119	68	124	50	97	47	172
Pulmac-tikut ¹⁾	%	2,84	2,26	6,20	0,68	2,98	0,20	11,6
PFI-tikut ¹⁾	%	6,05	4,21	8,37	2,47	7,06	1,43	15,5
BMCN +14	%	12,2	6,7	15,2	5,7	8,9	2,7	22,3
BMCN +28	%	26,4	18,5	24,9	18,9	22,7	16,2	21,9
BMCN +100	%	32,8	34,9	31,4	36,0	33,6	35,9	26,9
BMCN +200	%	9,5	10,7	9,0	11,5	10,0	11,4	7,8
BMCN -200	%	19,1	29,2	19,5	27,9	24,8	33,8	21,1

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

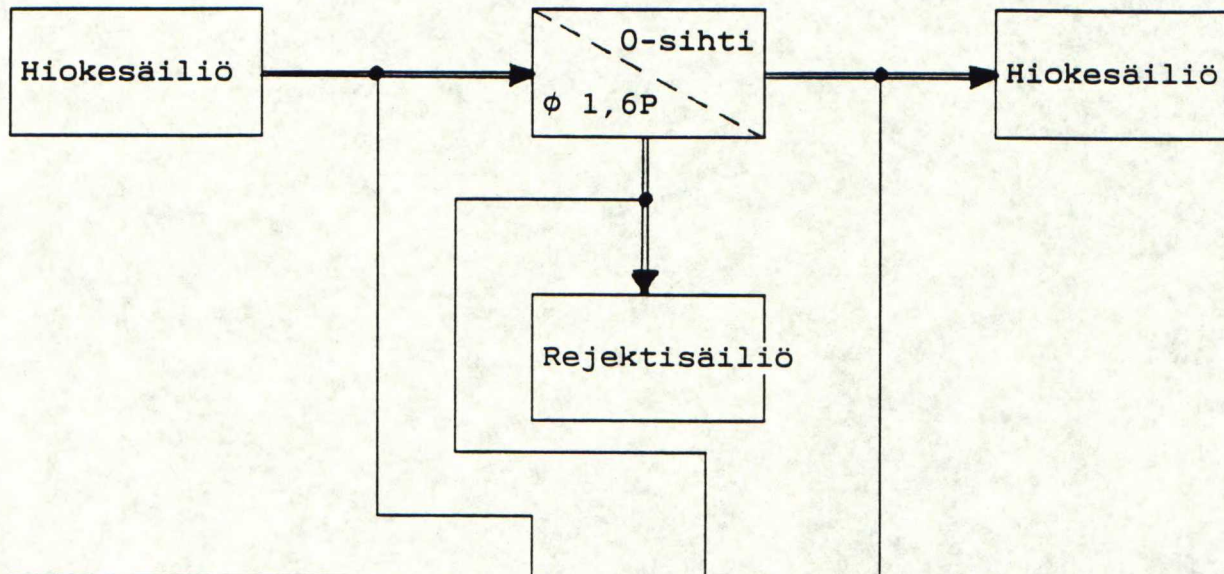
		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	11,9	22,8	24,4	33,0
Δ CSF	%	31	26	6	4
SRE _{Pu}	%	92	77	78	69
SRE _{PFI}	%	70	55	74	52
LY ₊₁₄	%	36	66	36	54
LY ₊₂₈	%	77	79	65	71

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8900

Pvm 9.10.1991

Klo 7.56 - 8.29



Näytepiste		17	19	18
Virtaama	l/s	41,2	1,7	39,5
Sakeus	%	0,97	1,31	0,95
CSF	ml	83	163	80
Pulmac-tikut ¹⁾	%	3,57	24,7	1,60
PFI-tikut ¹⁾	%	5,91	29,1	4,25
BMcN +14	%	7,8	28,8	5,6
BMcN +28	%	20,3	17,4	20,5
BMcN +100	%	35,1	26,6	35,6
BMcN +200	%	10,9	8,0	11,3
BMcN -200	%	25,9	19,2	27,0

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

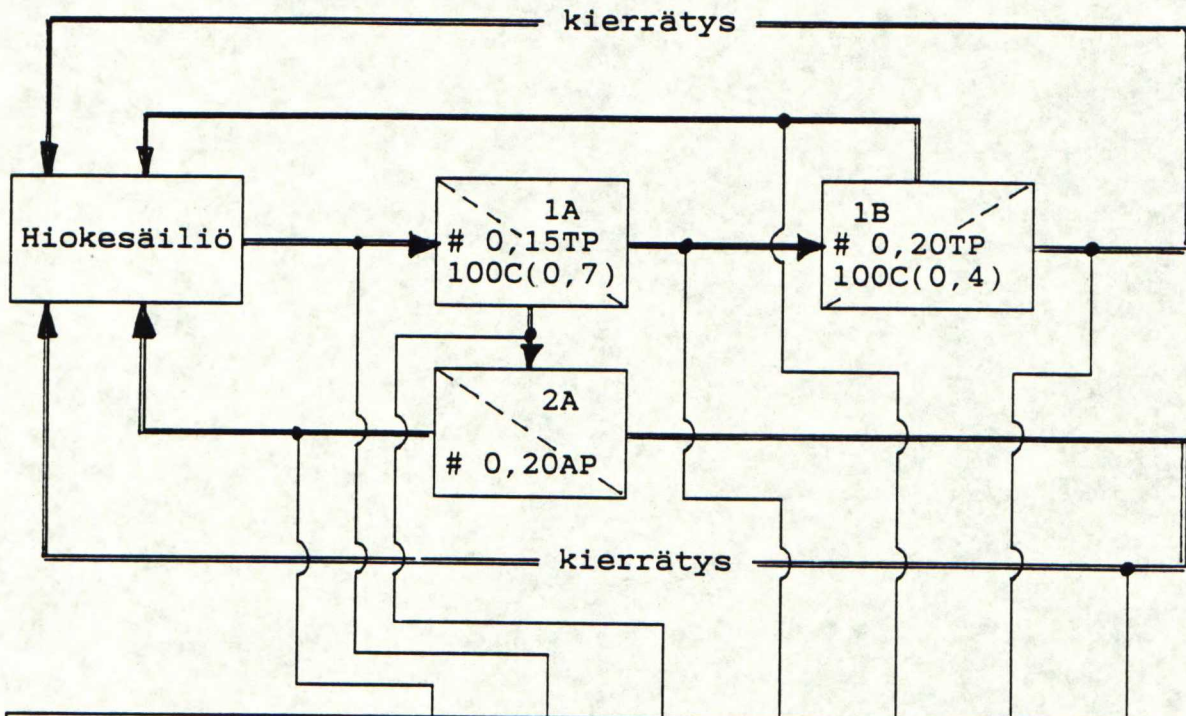
		0-sihti
RR _m	%	5,5
Δ CSF	%	4
SRE _{Pu}	%	58
SRE _{PFI}	%	32
LY ₊₁₄	%	68
LY ₊₂₈	%	95

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8901

Pvm 10.10.1991

Klo 7.45 - 7.55



Näytepiste		46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	5,1	41,6	7,2	33,8	5,6	28,2	2,1
Sakeus	%	0,82	0,90	1,12	0,82	1,61	0,70	1,85
CSF	ml	62	77	123	58	207	39	246
Pulmac-tikut ¹⁾	%	0,33	1,37	5,27	0,38	1,92	0,05	4,15
PFI-tikut ¹⁾	%	2,18	3,72	9,83	2,05	6,59	0,60	18,2
BMCN +14	%	3,4	6,0	11,4	4,4	9,9	1,6	17,8
BMCN +28	%	18,6	19,9	24,8	19,5	30,5	14,2	28,5
BMCN +100	%	36,6	34,9	34,1	36,6	35,1	35,5	29,9
BMCN +200	%	11,5	10,1	10,0	11,7	8,4	12,6	7,4
BMCN -200	%	29,9	29,1	19,7	27,8	16,1	36,1	16,4

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

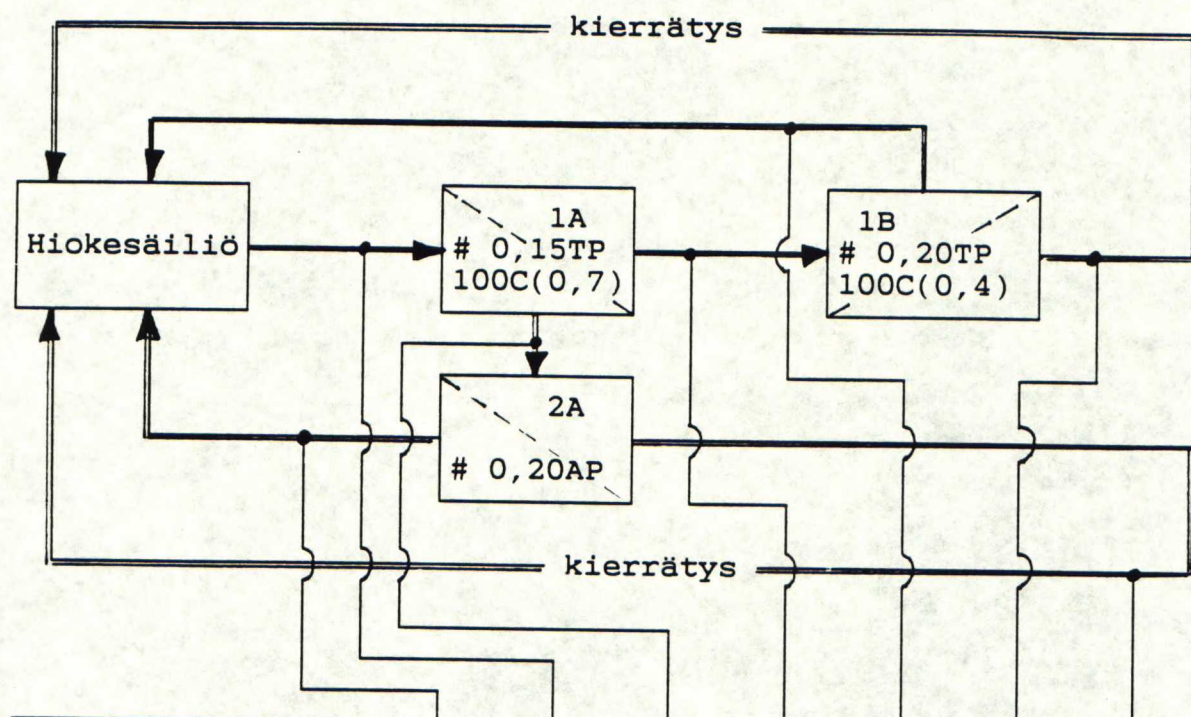
		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	16,7	21,4	32,6	48,9
ΔCSF	%	49	25	33	50
SRE _{Pu}	%	97	78	91	97
SRE _{PFI}	%	87	57	80	89
LY ₊₁₄	%	22	58	25	15
LY ₊₂₈	%	59	77	49	38

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8902

Pvm 10.10.1991

Klo 8.25 - 8.35



Näytepiste		46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	5,9	41,4	9,7	31,1	7,1	24,0	3,9
Sakeus	%	0,81	0,89	1,08	0,82	1,32	0,69	1,50
CSF	ml	52	74	107	60	151	38	179
Pulmac-tikut ¹⁾	%	0,27	1,46	4,24	0,32	1,16	0,04	6,25
PFI-tikut ¹⁾	%	1,87	3,97	8,72	1,73	5,41	0,49	14,4
BMcN +14	%	3,1	7,0	10,1	4,3	8,2	1,3	15,0
BMcN +28	%	18,8	19,8	24,5	18,8	28,5	14,0	28,5
BMcN +100	%	36,1	35,0	33,7	35,0	35,7	35,8	32,0
BMcN +200	%	11,8	10,9	10,2	11,4	9,4	13,0	8,6
BMcN -200	%	30,2	27,3	21,5	30,5	18,2	35,9	15,9

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

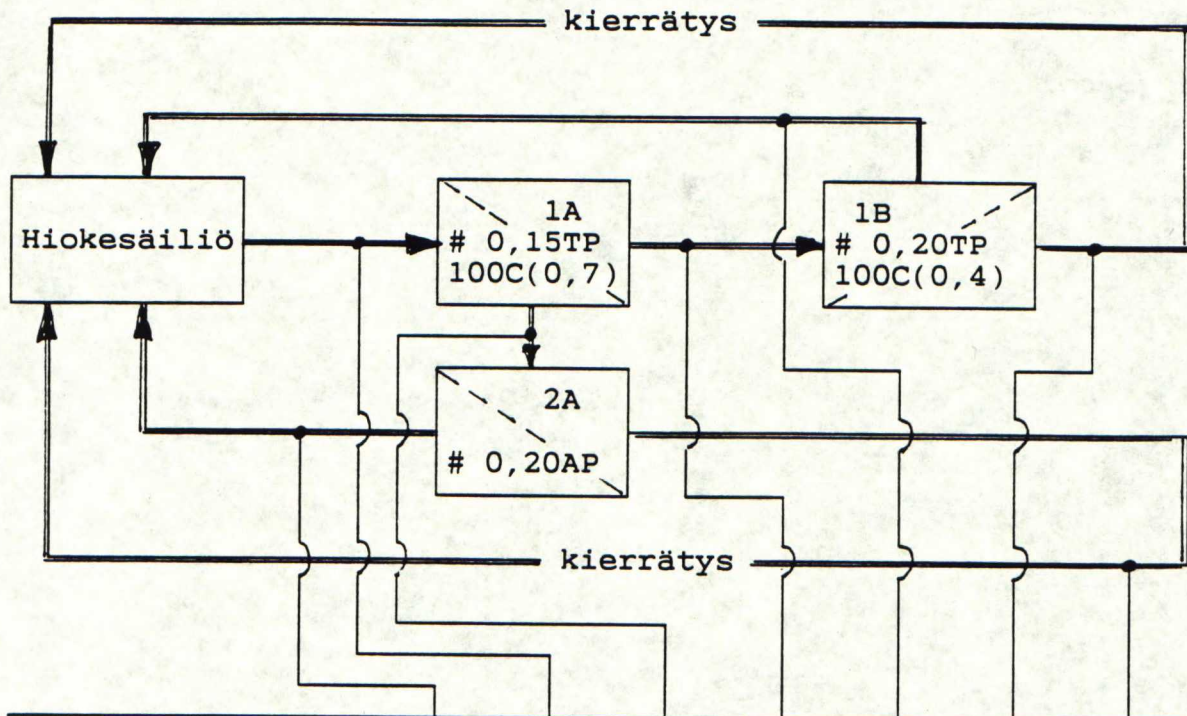
		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	25,8	28,3	36,8	55,1
Δ CSF	%	49	19	37	51
SRE _{Pu}	%	98	84	92	97
SRE _{PFI}	%	91	69	82	90
LY ₊₁₄	%	14	44	19	14
LY ₊₂₈	%	52	68	47	34

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8903

Pvm 10.10.1991

Klo 9.40 - 9.50



Näytepiste		46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	6,7	42,6	12,2	29,6	8,2	21,4	5,4
Sakeus	%	0,78	0,88	1,06	0,80	1,20	0,65	1,38
CSF	ml	50	68	100	55	125	34	151
Pulmac-tikut ¹⁾	%	0,21	1,44	4,08	0,31	1,00	0,04	5,29
PFI-tikut ¹⁾	%	1,58	3,84	7,82	1,88	4,46	0,57	12,6
BMcN +14	%	2,5	6,6	9,0	3,4	6,2	1,0	12,9
BMcN +28	%	18,0	21,1	24,4	18,6	27,4	12,8	27,7
BMcN +100	%	36,2	35,7	34,8	36,0	36,4	35,5	32,9
BMcN +200	%	11,7	11,2	10,4	11,7	9,8	12,3	9,0
BMcN -200	%	31,6	25,4	21,4	30,3	20,2	38,4	17,5

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

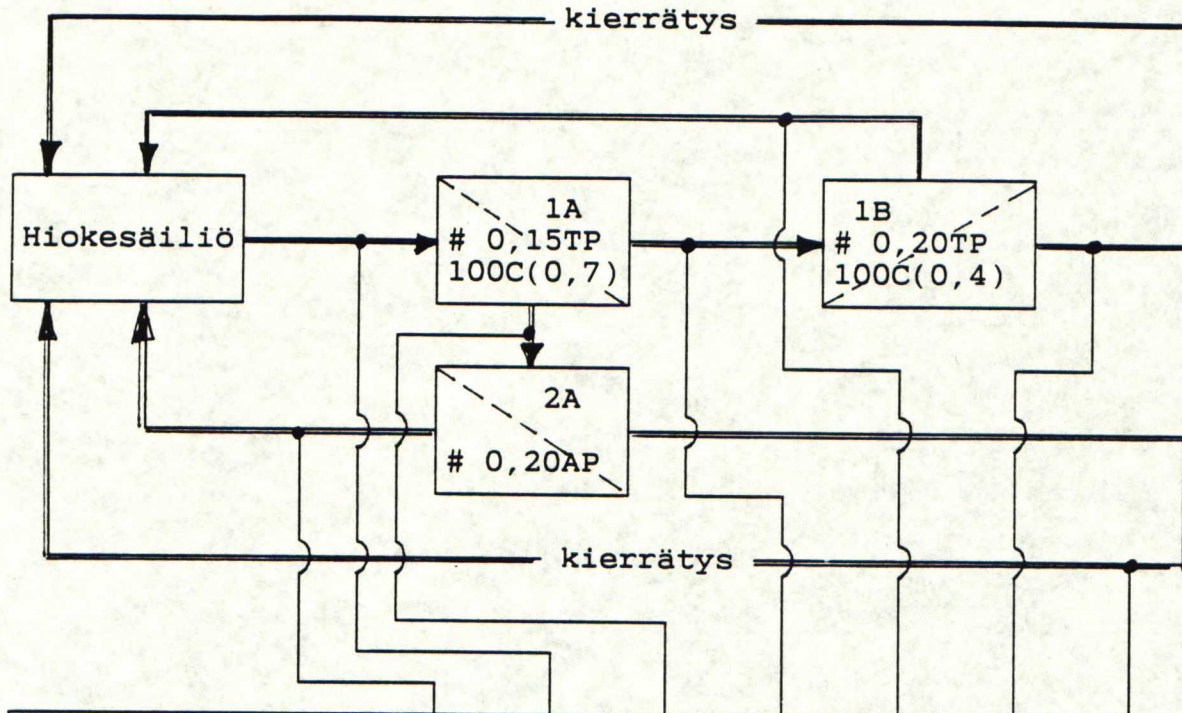
		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	35,0	34,3	41,6	58,2
Δ CSF	%	50	19	38	50
SRE _{Pu}	%	98	86	92	98
SRE _{PFI}	%	90	68	82	92
LY ₁₄	%	10	34	17	12
LY ₂₈	%	39	58	40	31

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8904

Pvm 10.10.1991

Klo 10.24 - 10.34



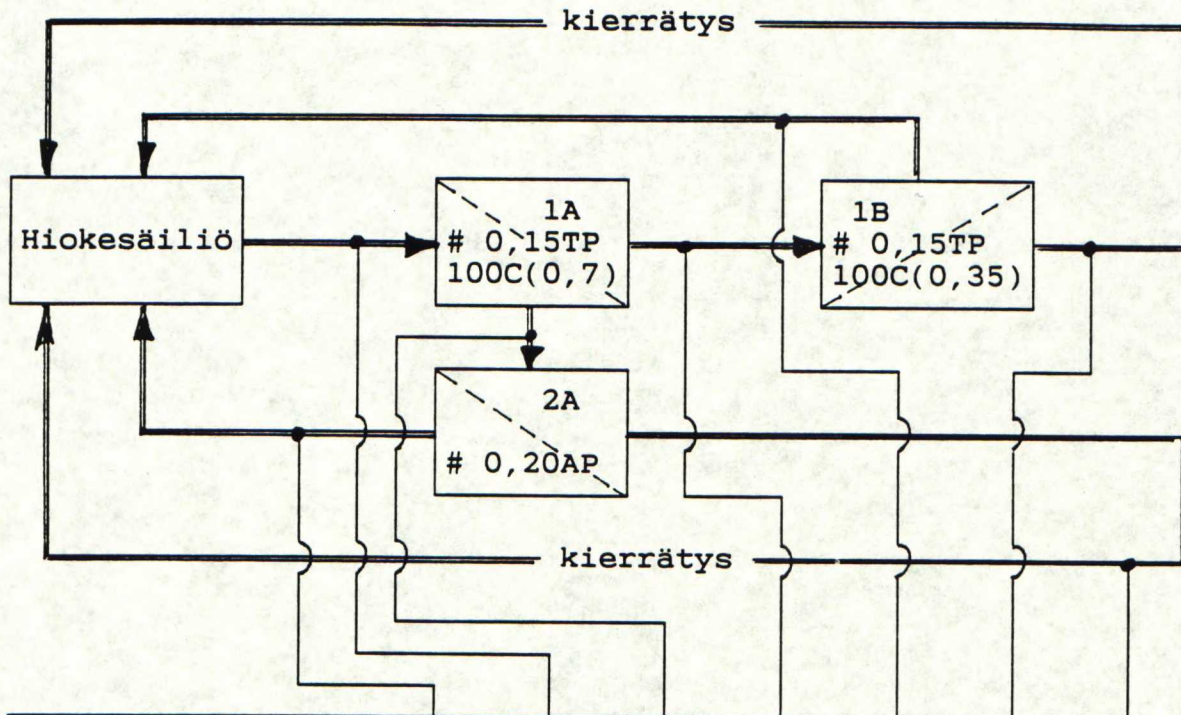
Näytepiste		46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	5,1	41,5	7,3	33,4	5,6	27,8	2,2
Sakeus	%	0,81	0,89	1,10	0,80	1,51	0,72	1,67
CSF	ml	53	69	107	49	186	43	207
Pulmac-tikut ¹⁾	%	0,33	1,25	5,27	0,38	1,82	0,07	9,74
PFI-tikut ¹⁾	%	2,06	4,09	9,63	2,10	6,90	0,67	18,9
BMCN +14	%	2,0	6,0	10,3	3,4	8,8	1,6	17,3
BMCN +28	%	18,9	18,9	24,9	19,3	31,5	15,6	29,6
BMCN +100	%	37,7	34,8	33,7	36,5	35,8	36,0	31,0
BMCN +200	%	12,0	11,0	10,3	11,8	9,1	12,5	8,1
BMCN -200	%	29,4	29,3	20,8	29,0	14,8	34,3	14,0

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	15,3	21,5	31,8	44,8
Δ CSF	%	38	29	12	50
SRE _{Pu}	%	95	76	87	97
SRE _{PFI}	%	86	60	78	88
LY ₁₄	%	23	44	32	11
LY ₂₈	%	70	80	55	42

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8905

Pvm 11.10.1991
Klo 7.52 - 8.02

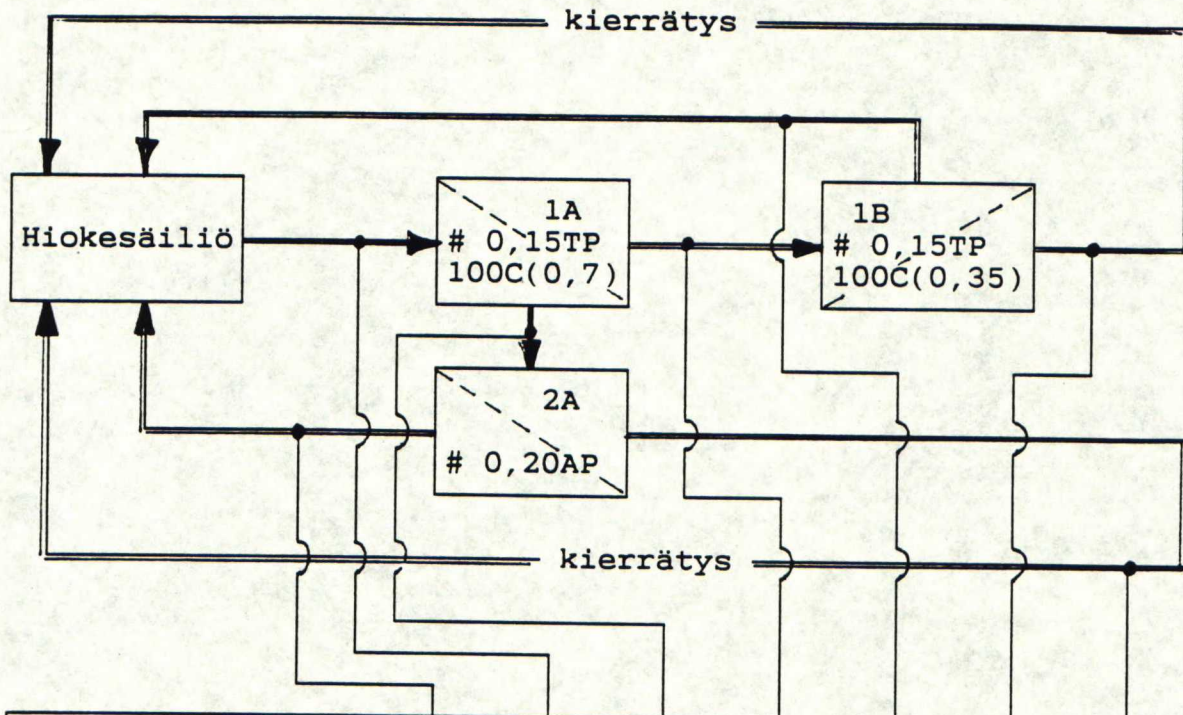
Näytepiste		46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	5,2	42,1	7,3	34,2	5,7	28,5	2,2
Sakeus	%	0,77	0,88	1,08	0,79	1,62	0,67	1,77
CSF	ml	50	73	123	60	214	36	251
Pulmac-tikut ¹⁾	%	0,33	1,40	5,47	0,30	2,12	0,03	8,95
PFI-tikut ¹⁾	%	2,17	4,19	10,1	1,94	6,25	0,44	15,4
BMcN +14	%	4,6	7,9	9,5	4,0	10,3	1,0	19,0
BMcN +28	%	19,3	19,4	24,1	19,3	30,3	14,3	29,8
BMcN +100	%	36,1	33,4	35,0	36,2	34,1	36,5	30,2
BMcN +200	%	11,1	10,5	9,9	11,4	8,1	13,0	7,5
BMcN -200	%	28,9	28,8	21,5	29,1	17,2	35,2	13,5

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	16,8	21,2	34,4	48,5
ΔCSF	%	51	18	40	59
SRE _{Pu}	%	98	83	93	97
SRE _{PFI}	%	91	64	85	89
LY ₊₁₄	%	11	40	16	25
LY ₊₂₈	%	61	78	49	41

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8906

Pvm 11.10.1991
Klo 8.32 - 8.42

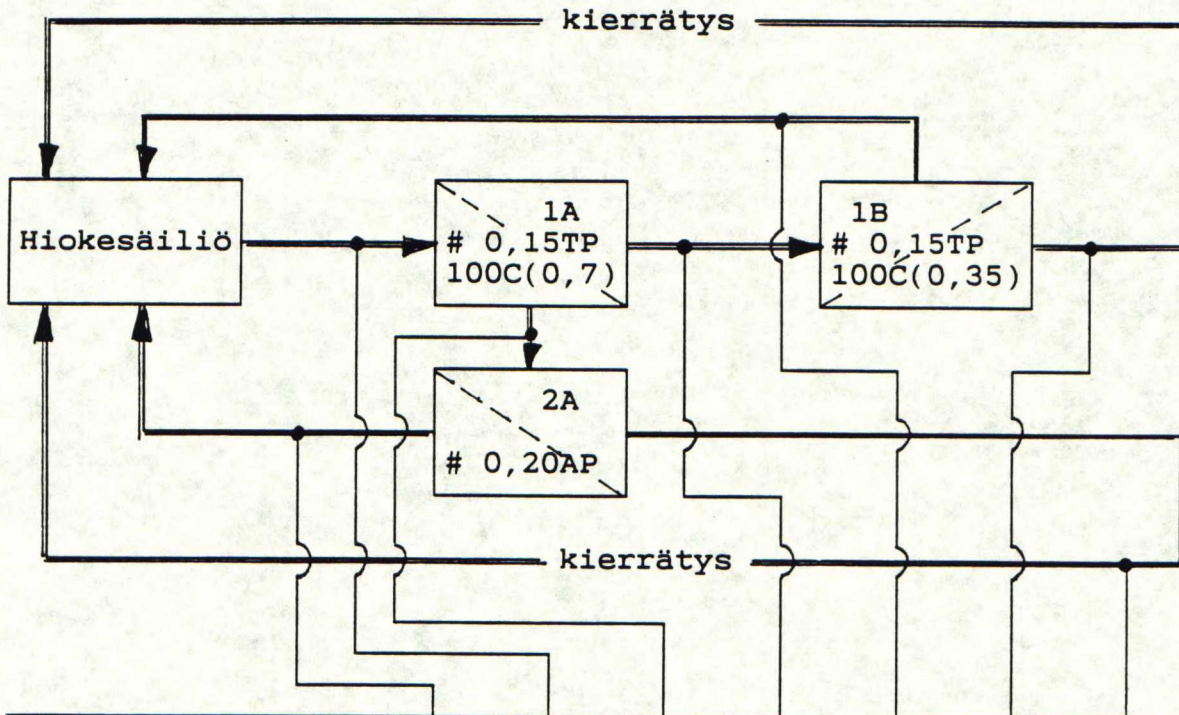
Näytepiste		46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	6,0	42,4	9,9	31,8	7,3	24,6	3,9
Sakeus	‰	0,77	0,85	1,05	0,78	1,26	0,67	1,46
CSF	ml	52	71	105	40	149	37	188
Pulmac-tikut ¹⁾	‰	0,21	1,36	4,50	0,31	1,25	0,05	6,55
PFI-tikut ¹⁾	‰	1,83	4,06	9,32	1,92	5,58	0,48	15,1
BMcN +14	‰	2,6	6,4	9,3	5,0	8,0	1,0	15,4
BMcN +28	‰	17,2	20,2	24,5	19,0	29,0	13,9	29,0
BMcN +100	‰	35,2	35,4	34,9	35,6	35,9	36,0	32,4
BMcN +200	‰	11,2	10,9	10,4	11,0	9,5	12,5	8,7
BMcN -200	‰	33,8	27,1	20,9	29,4	17,6	36,6	14,5

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	‰	25,9	28,9	36,9	55,4
Δ CSF	‰	48	44	8	50
SRE _{pu}	‰	97	84	90	98
SRE _{PFI}	‰	91	66	84	91
LY ₁₄	‰	12	56	13	12
LY ₂₈	‰	51	67	46	31

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8907

Pvm 11.10.1991
Klo 9.50 - 10.00

Näytepiste		46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	6,0	41,4	6,3	34,5	4,9	29,6	1,2
Sakeus	%	0,80	0,84	1,10	0,78	1,59	0,69	2,00
CSF	ml	56	66	113	57	201	38	286
Pulmac-tikut ¹⁾	%	0,40	1,14	5,28	0,34	2,31	0,03	10,8
PFI-tikut ¹⁾	%	2,58	3,52	10,2	1,99	7,93	0,59	22,3
BMcN +14	%	3,9	7,5	9,6	4,0	10,5	1,3	21,0
BMcN +28	%	20,3	19,0	24,6	19,3	31,4	15,1	29,9
BMcN +100	%	36,6	33,9	33,8	36,0	34,4	35,9	29,0
BMcN +200	%	11,6	9,9	9,9	11,5	8,2	11,8	7,1
BMcN -200	%	27,6	29,7	22,1	29,2	15,5	35,9	13,0

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

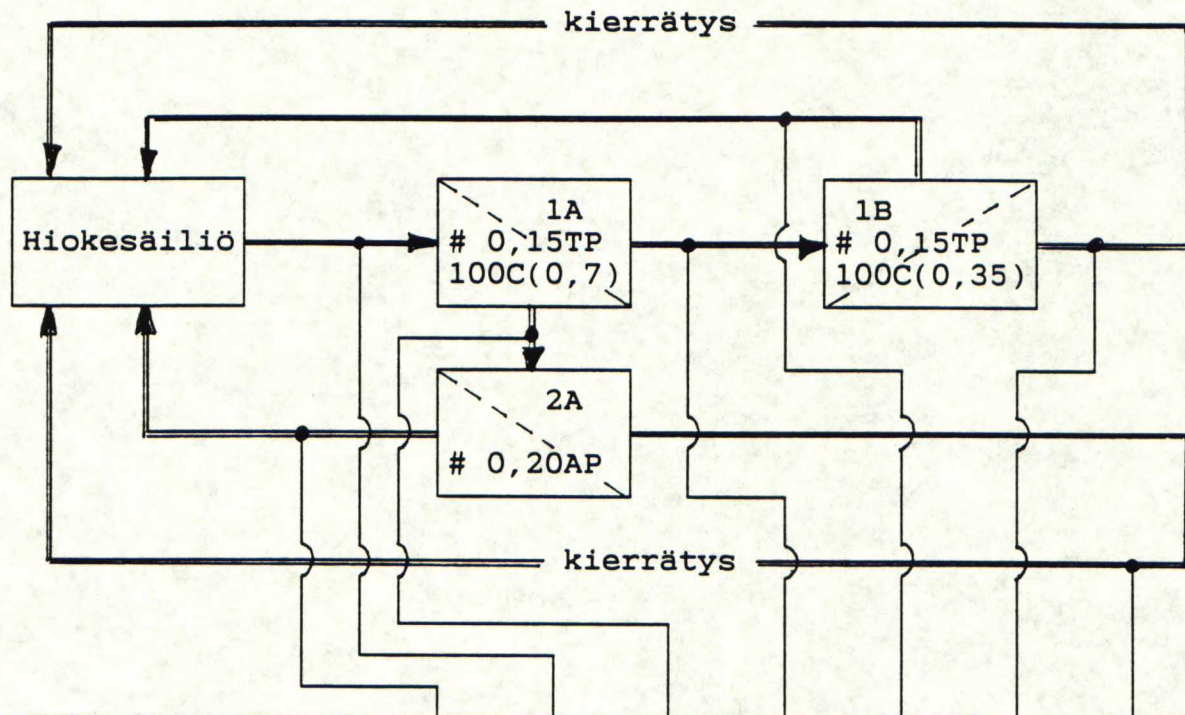
		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	10,8	19,8	28,9	35,5
Δ CSF	%	42	14	33	50
SRE _{p u}	%	98	76	94	95
SRE _{p F I}	%	85	55	79	84
LY _{.14}	%	15	43	23	26
LY _{.28}	%	71	81	56	53

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8908

Pvm 11.10.1991

Klo 10.28 - 10.38



Näytepiste		46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	5,0	41,0	7,1	33,2	5,6	27,5	2,1
Sakeus	%	0,78	0,85	1,04	0,77	1,39	0,69	1,56
CSF	ml	56	67	106	54	178	37	224
Pulmac-tikut ¹⁾	%	0,31	1,25	5,26	0,34	1,91	0,03	9,16
PFI-tikut ¹⁾	%	2,14	3,39	9,39	2,10	7,48	0,46	18,8
BMcN +14	%	3,7	5,8	9,3	3,0	9,4	1,0	19,2
BMcN +28	%	19,7	19,4	24,9	18,9	31,0	15,0	30,2
BMcN +100	%	35,8	35,0	34,5	36,3	35,4	37,1	30,7
BMcN +200	%	11,3	10,9	10,4	11,7	9,0	12,4	30,7
BMcN -200	%	29,5	28,9	20,9	30,1	15,2	34,5	11,8

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	14,7	21,0	30,6	44,4
Δ CSF	%	45	19	31	47
SRE _{Pu}	%	98	79	94	97
SRE _{PFI}	%	88	51	85	87
LY ₁₄	%	15	41	23	22
LY ₂₈	%	66	77	55	44

DATA 1571

MOY LAJITTELUKOE 8.10.1991, REIKÄLAJITTELU; PAPERITEKNISET OMINAISUUDET

RR _m 1A + 1B + 2A	TRIAL	889717	889721	889821	889917	889921
		1A	1B AKS	1B AKS	1A	1B AKS
		SYÖTÖ	11,7 %	21,6 %	SYÖTÖ	11,9 %
PULP. CONS.	%	0.89	0.77	0.74	0.89	0.76
PULP PH		4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
SHIVES (PULMAC)	%	3.10	0.77	0.58	2.30	0.63
CSF	ml	74	48	42	68	47
BMCN+14	%	7.5	3.5	2.0	6.7	2.7
BMCN+28	%	18.4	15.9	15.3	18.5	16.2
BMCN+100	%	34.1	35.6	36.4	34.9	35.9
BMCN+200	%	11.5	11.6	12.0	10.7	11.4
BMCN-200	%	28.5	33.4	34.3	29.2	33.8
BRIGHTNESS	%	59.4	59.5	59.4	59.1	59.4
BASIS WEIGHT	g/m2	73.9	72.6	71.4	71.8	71.3
T.E.A.	J/m2	39.1	41.6	46.3	44.4	48.4
POROSITY	S	44.0	74.3	81.9	56.2	63.9
DENSITY	kg/m3	450	445	473	438	461
STRETCH	%	2.2	2.4	2.5	2.4	2.6
TENSILE INDEX	Nm/g	36.1	35.4	37.9	37.8	38.7
TEAR INDEX	mNm2/g	5.21	4.61	4.19	5.05	4.38
ABS. COEFF.	m2/kg	3.16	3.77	3.97	3.46	3.46
SCATT. COEFF	m2/kg	66.11	69.94	71.94	65.46	70.64
OPACITY	%	97.7	98.3	98.5	97.8	98.1
CSF ₁	ml	70	45	35	66	41
SHIVES (PULMAC) 1)	%	2.48	0.22	0.15	2.26	0.20
SHIVES (PFI)1)	%	3.93	1.48	1.16	4.21	1.43

Comment: 1) Myllykoski Oy:n mittastulos

DATA 1573

MOY LAJITTELUKOE 9.-11.10.1991, O-SIHTI- JA RAKOLAJITTELU; PAPERITEKNISEI OMINAISUUDET

TRIAL		890017	890117	890121	890221	890321	890417	890421	890517	890521	890621	890721	890817	890821
O-SIHTI 1A		0.97	0.90	0.70	0.69	0.65	0.89	0.72	0.88	0.67	0.67	0.69	0.85	0.69
SYÖTÖ SYÖTÖ		4.9	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
SYÖTÖ		3.20	1.65	0.24	0.24	0.24	1.70	0.28	1.70	0.18	0.22	0.22	1.77	0.17
SYÖTÖ		83	77	39	38	34	69	43	73	36	37	38	67	37
BMCN+14		7.8	6.0	1.6	1.3	1.0	6.0	1.6	7.9	1.0	1.0	1.3	5.8	1.0
BMCN+28		20.3	19.9	14.2	14.0	12.8	18.9	15.6	19.4	14.3	13.9	15.1	19.4	15.0
BMCN+100		35.1	34.9	35.5	35.8	35.5	34.8	36.0	33.4	36.5	36.0	35.9	35.0	37.1
BMCN+200		10.9	10.1	12.6	13.0	12.3	11.0	12.5	10.5	13.0	12.5	11.8	10.9	12.4
BMCN-200		25.9	29.1	36.1	35.9	38.4	29.3	34.3	28.8	35.2	36.6	35.9	28.9	34.5
BRIGHTNESS		59.1	58.6	58.9	58.9	58.8	58.0	58.5	58.3	59.0	58.7	58.4	57.9	58.5
BASIS WEIGHT		72.2	72.0	71.8	72.5	72.6	71.7	71.2	71.7	71.1	70.3	70.3	70.6	71.0
T.E.A.		29.7	39.1	46.1	50.8	50.5	39.8	45.9	36.9	42.7	43.7	44.5	40.8	45.8
POROSITY		32.0	29.0	66.1	89.8	105.1	47.6	90.8	42.9	84.9	76.6	72.6	40.4	102.0
DENSITY		401	404	435	464	469	416	464	398	452	455	445	415	476
STRETCH		2.0	2.3	2.6	2.6	2.7	2.3	2.5	2.2	2.4	2.4	2.4	2.3	2.4
TENSILE INDEX		31.7	35.0	36.5	39.0	38.2	35.4	38.0	34.0	37.2	37.9	38.2	37.2	39.0
TEAR INDEX		5.37	5.38	4.31	4.20	4.15	5.07	4.49	5.12	4.17	4.24	4.46	5.22	4.23
ABS. COEFF.		3.22	3.45	3.72	3.70	3.75	3.45	3.66	3.46	3.78	3.82	3.84	3.52	3.79
SCATT. COEFF		65.78	64.70	72.16	72.26	72.29	63.26	69.28	64.83	73.75	73.67	70.96	64.72	71.79
OPACITY		97.6	97.7	98.3	98.3	98.4	97.6	98.1	97.8	98.4	98.4	98.2	97.7	98.3
CSF 1)		81	68	33	34	27	60	35	70	33	30	36	65	35
SHIVES (PULMAC) 1)		3.57	1.37	0.05	0.04	0.04	1.25	0.07	1.40	0.03	0.05	0.03	1.25	0.03
SHIVES (PFI) 1)		5.91	3.72	0.60	0.49	0.57	4.09	0.67	4.19	0.44	0.48	0.59	3.39	0.46

COMMENT: 1) MYLLYKOSKI OY:N MITTAUSTULOS

2) O-SIHTIN MASSAREJEKTISUHD 5.5 %

DATA 1574

MOY LAJITTELUKOE 22.-24.10.1991, PROSESSIARVOT

TRIAL		CP8909	CP8910	CP8911	CP8912	CP8913
MASS R. R.	%	4.9	24.4	24.8	5.4	16.9
SCR. TEMP.	C	68.9	65.2	63.3	68.4	59.8
INFLOW SCR.1	l/s	40.3	41.5	41.1	40.7	41.0
RR(VOL.) SCR.1	%	3.58	17.15	17.15	4.09	17.00
PR.DIFF. SCR.1	kPa	14.6	11.9	10.3	13.5	9.7
LOAD SCR.1	kW	49.6	41.0	41.0	48.1	42.7
INFLOW SCR.2	l/s	-	33.6	33.2	-	33.2
RR(VOL.) SCR.2	%	-	16.93	16.96	-	16.93
PR.DIFF. SCR.2	kPa	-	20.3	19.9	-	18.8
LOAD SCR.2	kW	-	26.5	26.1	-	24.3
INFLOW SCR.3	l/s	-	7.23	7.03	-	7.03
RR(VOL.) SCR.3	%	-	34.42	29.71	-	29.55
PR.DIFF. SCR.3	kPa	-	9.5	33.9	-	18.3
LOAD SCR.3	kW	-	43.5	42.9	-	43.4

8909, 8912 0-SIHTI Ø 1.6P

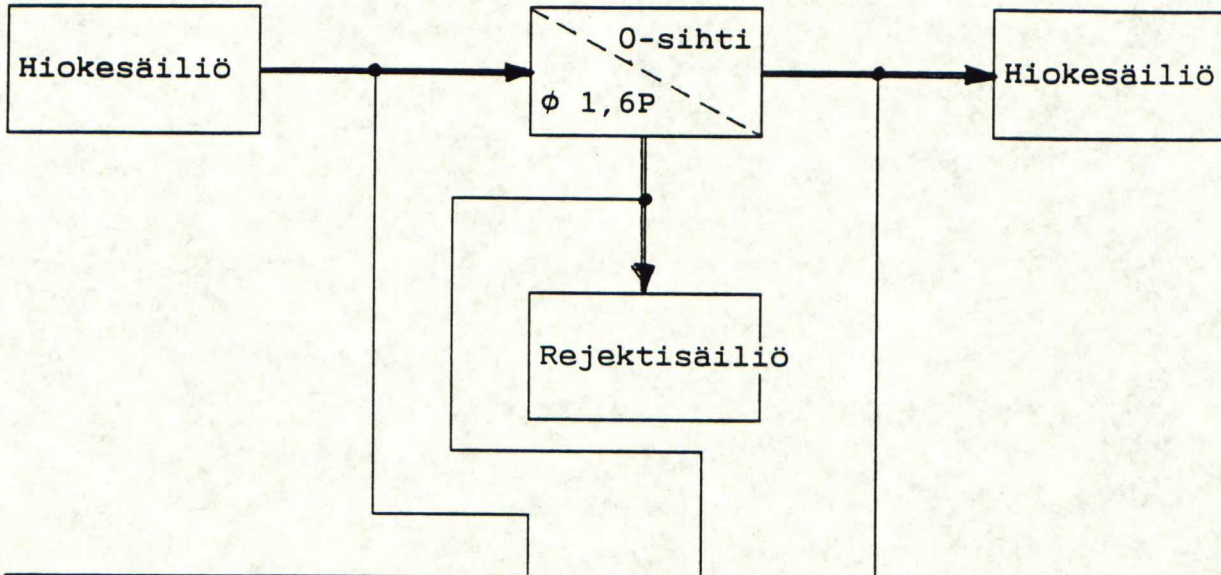
8910 1A + 1B + 2A: ~~≠~~ 0.15TP 100C (0.7) + ~~≠~~ 0.20TP 100C (0.4) +
~~≠~~ 0.20TP 118 (1.0)8911, 8913 1A + 1B + 2A: ~~≠~~ 0.15TP 100C (0.7) + ~~≠~~ 0.20TP 100C (0.4) +
~~≠~~ 0.20AP (0.55)

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8909

Pvm 22.10.1991

Klo 7.35 - 8.08, 8.47 - 8.56



Näytepiste		17	19	18
Virtaama	l/s	40,3	1,4	38,9
Sakeus	%	0,84	1,16	0,83
CSF	ml	76	152	71
Pulmac-tikut ¹⁾	%	3,67	19,4	1,58
PFI-tikut ¹⁾	%	4,91	30,3	4,32
BMcN +14	%	12,2	29,4	8,4
BMcN +28	%	18,3	18,1	20,2
BMcN +100	%	31,2	27,3	34,8
BMcN +200	%	9,7	7,9	10,5
BMcN -200	%	28,6	17,3	26,1

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

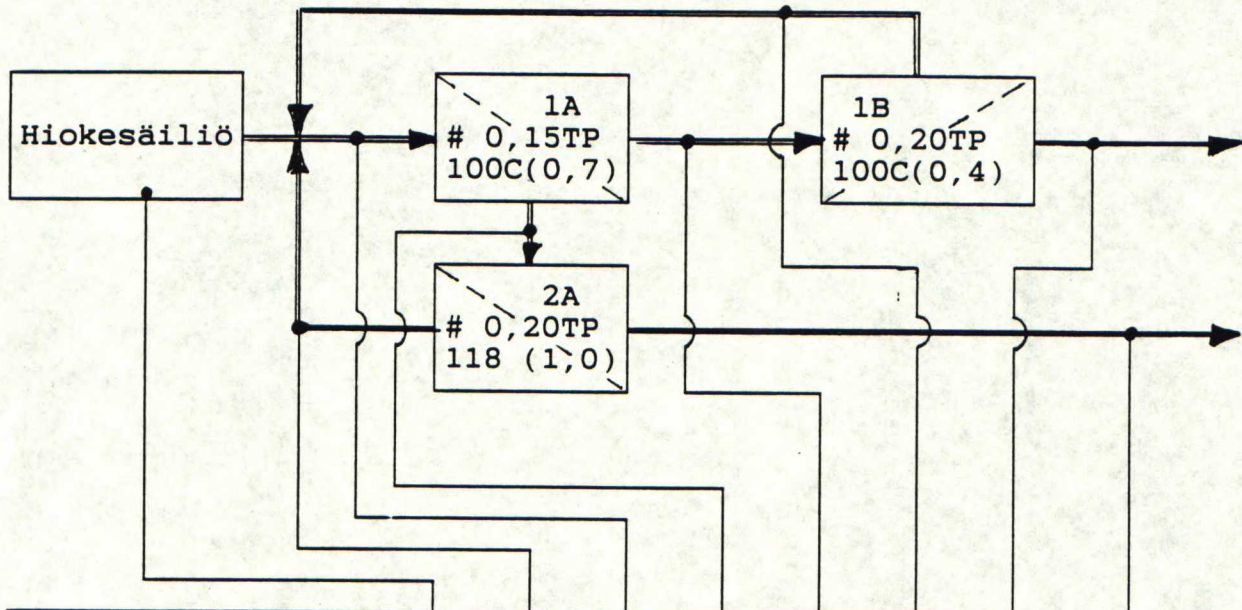
		0-sihti
RR _m	%	4,9
Δ CSF	%	7
SRE _{Pu}	%	59
SRE _{PFI}	%	16
LY ₊₁₄	%	65
LY ₊₂₈	%	100

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8910

Pvm 22.10.1991

Klo 10.41 - 10.51



Näytepiste		16	46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	-	4,7	41,5	7,1	33,6	5,7	27,9	2,5
Sakeus	%	0,78	1,62	1,12	1,96	0,95	2,45	0,70	2,53
CSF	ml	73	232	133	279	95	307	42	372
Pulmac-tikut ¹⁾	%	1,60	3,94	1,70	7,76	0,40	0,59	0,04	5,81
PFI-tikut ¹⁾	%	4,19	9,67	5,36	13,0	2,21	6,01	0,53	15,7
BMcN +14	%	8,5	15,0	9,5	18,7	8,6	14,2	1,9	17,3
BMcN +28	%	19,7	31,4	27,3	32,2	23,4	35,3	16,1	28,7
BMcN +100	%	32,9	32,7	35,0	31,4	34,8	33,9	35,9	26,2
BMcN +200	%	10,2	7,8	9,4	6,9	9,9	6,9	11,6	5,5
BMcN -200	%	28,7	13,1	18,8	10,8	23,3	9,7	34,5	22,3

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

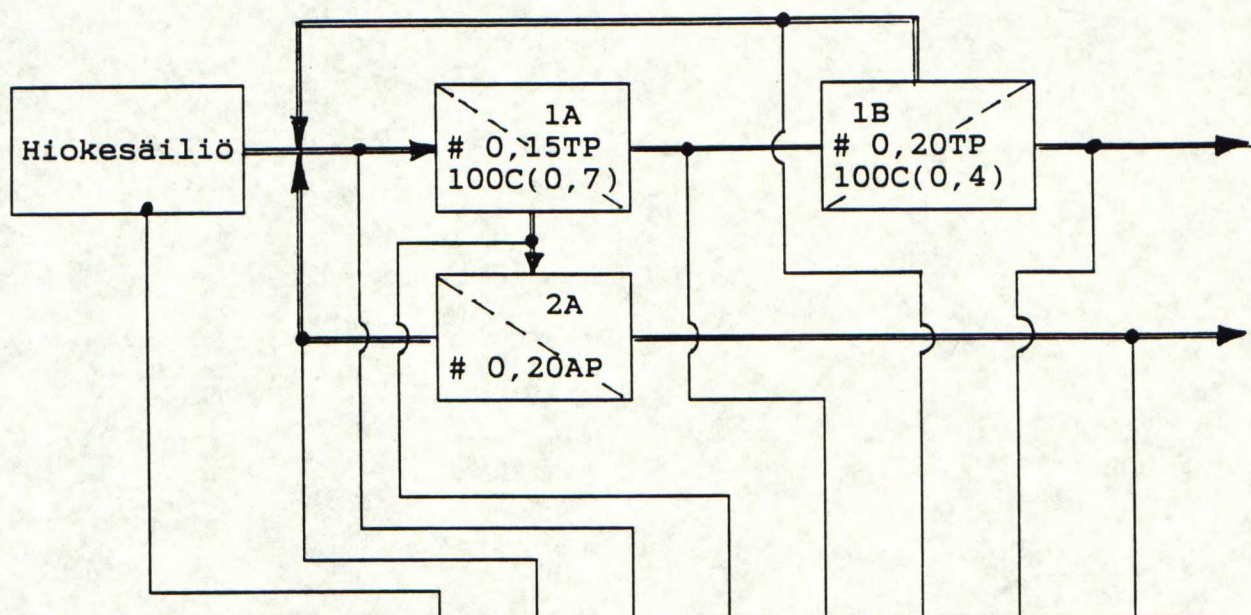
		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	24,4	30,0	43,7	44,4
Δ CSF	%	42	29	56	17
SRE _{Pu}	%	98	84	94	72
SRE _{PFI}	%	90	71	87	59
LY ₁₄	%	17	64	12	45
LY ₂₈	%	62	60	39	54

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8911

Pvm 22.10.1991

Klo 12.48 - 12.58



Näytepiste		16	46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	-	4,9	41,1	7,0	33,2	5,6	27,5	2,1
Sakeus	%	0,83	0,89	1,03	1,52	0,95	2,42	0,68	2,96
CSF	ml	77	86	119	214	95	299	41	370
Pulmac-tikut ¹⁾	%	1,53	0,48	1,38	5,18	0,42	2,20	0,03	5,40
PFI-tikut ¹⁾	%	3,82	3,02	4,57	10,2	2,38	5,41	0,39	15,4
BMcN +14	%	7,4	7,3	8,0	15,3	8,4	15,0	1,3	22,9
BMcN +28	%	20,5	23,3	26,2	29,8	23,0	35,0	15,7	34,1
BMcN +100	%	33,4	35,0	34,8	32,0	34,1	34,7	36,7	29,5
BMcN +200	%	10,2	9,6	9,8	7,8	9,7	7,0	12,1	6,3
BMcN -200	%	28,5	24,7	21,2	15,1	24,8	8,3	34,2	7,2

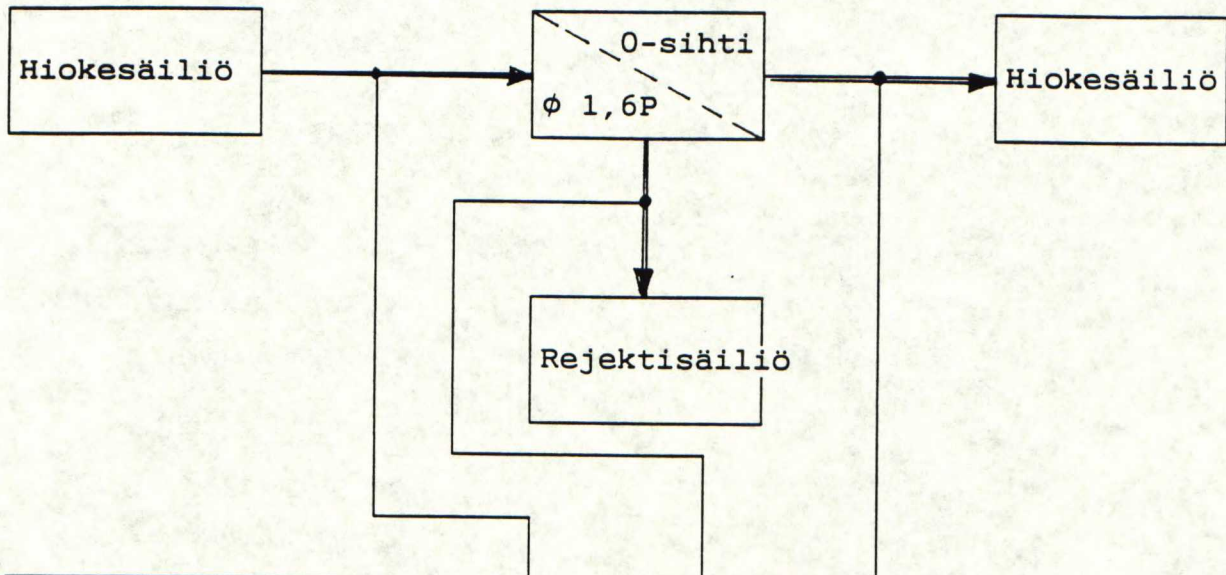
¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	24,8	25,3	43,2	57,9
ΔCSF	%	47	20	57	60
SRE _{Pu}	%	99	77	96	96
SRE _{PFI}	%	92	61	91	88
LY ₁₄	%	13	78	9	20
LY ₂₈	%	57	66	39	33

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8912

Pvm ja klo 23.10.1991 8.21 - 9.13
 24.10.1991 8.00 - 8.57



Näytepiste		17	19	18
Virtaama	l/s	40,7	1,7	39,1
Sakeus	%	0,75	0,96	0,72
CSF	ml	70	126	64
Pulmac-tikut ¹⁾	%	2,80	16,8	1,50
PFI-tikut ¹⁾	%	4,34	18,9	3,44
BMcN +14	%	9,2	24,4	9,8
BMcN +28	%	19,2	18,4	19,7
BMcN +100	%	32,5	26,8	32,9
BMcN +200	%	7,4	8,3	10,2
BMcN -200	%	31,7	22,1	27,4

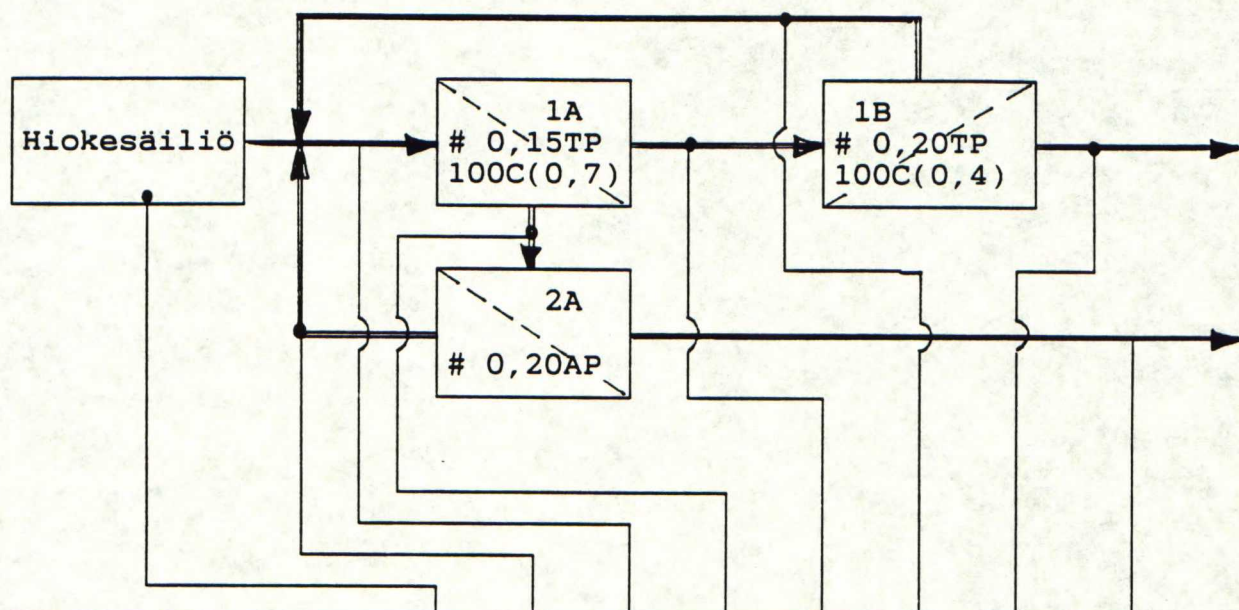
¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

		0-sihti
RR _m	%	5,4
Δ CSF	%	9
SRE _{Pu}	%	49
SRE _{PFI}	%	25
LY ₁₄	%	100
LY ₂₈	%	97

LAJITTELUKAAVIO, LABORATORIOTULOKSET JA LAJITTELUN TUNNUSLUVUT

Koepiste 8913

Pvm ja klo 23.10.1991 12.03 - 13.09
24.10.1991 11.41 - 13.02



Näytepiste		16	46	17	19	18	22	21	47
Virtaama	l/s	-	5,0	41,2	7,0	33,2	5,6	27,6	2,1
Sakeus	%	0,67	0,72	0,80	1,03	0,74	1,60	0,60	1,62
CSF	ml	64	76	96	160	78	284	44	315
Pulmac-tikut ¹⁾	%	1,56	0,46	1,65	5,81	0,76	3,53	0,09	3,56
PFI-tikut ¹⁾	%	3,64	3,32	4,96	10,8	3,03	9,84	0,82	19,9
BMcN +14	%	12,5	5,9	9,5	14,1	7,4	16,4	3,0	23,0
BMcN +28	%	18,8	22,2	25,1	28,2	22,5	33,5	18,4	31,7
BMcN +100	%	31,1	34,5	33,4	32,5	33,5	31,7	35,4	28,5
BMcN +200	%	9,7	10,1	9,8	8,5	9,8	7,0	11,5	6,6
BMcN -200	%	27,9	27,3	22,2	16,7	26,8	11,4	31,7	10,2

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

		koko laj.	1A	1B	2A
RR _m	%	16,9	21,8	36,6	46,5
Δ CSF	%	31	19	44	53
SRE _{Pu}	%	95	64	92	96
SRE _{PFI}	%	81	29	83	84
LY ₊₁₄	%	20	61	26	22
LY ₊₂₈	%	81	70	52	42

	TRIAL	890917	891016	891021	891121	891217	891316	891321
		0-SIHTI	0-SIHTI	1B-AKS.	1B-AKS.	0-SIHTI	0-SIHTI	1B-AKS.
		SYÖTÖ	AKSEPTI			SYÖTÖ	AKSEPTI	
PULP. CONS.	%	0.84	0.78	0.70	0.68	0.75	0.67	0.60
PULP PH		5.0	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	5.2
SHIVES (PULMAC)	%	3.00	2.48	0.07	0.06	2.75	2.48	0.26
CSF	ml	76	73	42	41	70	64	44
BMCN+14	%	12.2	8.5	1.9	1.3	9.2	12.5	3.0
BMCN+28	%	18.3	19.7	16.1	15.7	19.2	18.8	18.4
BMCN+100	%	31.2	32.9	35.9	36.7	32.5	31.1	35.4
BMCN+200	%	9.7	10.2	11.6	12.1	7.4	9.7	11.5
BMCN-200	%	28.6	28.7	34.5	34.2	31.7	27.9	31.7
BRIGHTNESS	%	58.7	58.5	58.6	58.1	57.4	57.2	56.7
BASIS WEIGHT	g/m2	72.6	72.1	71.8	71.3	71.5	71.8	71.8
T.E.A.	J/m2	33.1	39.7	43.3	47.5	37.1	42.1	49.4
POROSITY	s	33.7	42.1	86.5	98.3	39.8	62.0	67.3
DENSITY	kg/m3	399	398	436	444	415	417	445
STRETCH	%	2.1	2.3	2.4	2.4	2.1	2.3	2.5
TENSILE INDEX	Nm/g	32.9	35.7	38.1	40.3	36.5	37.3	40.3
TEAR INDEX	mNm2/g	5.41	5.46	4.40	4.33	5.49	5.40	4.84
ABS. COEFF.	m2/kg	3.41	3.49	3.88	3.91	3.82	3.89	4.16
SCATT. COEFF	m2/kg	64.59	65.38	71.30	71.30	67.41	66.81	69.72
OPACITY	%	97.8	97.8	98.4	98.4	98.2	98.2	98.5
CSF1)	ml	73	71	39	33	68	64	38
SHIVES (PULMAC) 1)	%	3.67	1.60	0.04	0.03	2.80	1.56	0.09
SHIVES (PFI)1)	%	4.91	4.19	0.53	0.39	4.34	3.64	0.82

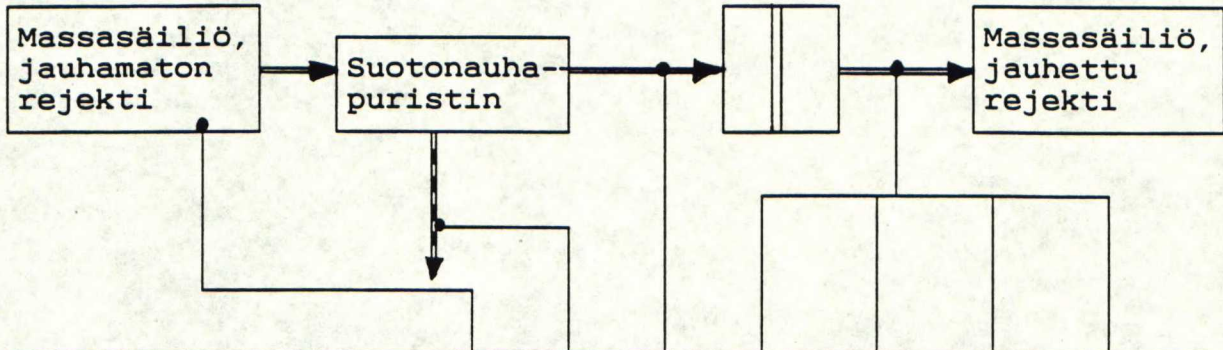
Comment: 1) Myllykoski Oy:n mittastulos

REJEKTIN JAUHATUS, LABORATORIOTULOKSET JA TUNNUSLUVUT

Koepisteet 8914 - 8917

Pvm 25.10.1991

Klo 9.41 - 9.53 kp 8914
 9.56 - 10.08 kp 8915
 10.12 - 10.24 kp 8916
 10.27 - 10.39 kp 8917



Koepiste		kaikki			8914	8915	8916	8917
Näytepiste		16	40	39	41	41	41	41
Virtaama	l/s							
Sakeus	%	1,45	0,01	40,4	24,9	25,6	22,6	24,0
CSF	ml	248			103	98	80	101
Pulmac-tikut ¹⁾	%	10,1			3,13	2,86	2,46	2,54
PFI-tikut ¹⁾	%	23,7			7,37	6,81	5,46	6,17
BMcN +14	%	24,7			7,7	9,7	9,4	7,7
BMcN +28	%	28,7			28,2	25,8	24,6	28,4
BMcN +100	%	28,8			32,4	31,5	31,0	32,6
BMcN +200	%	7,0			9,7	9,7	10,0	9,8
BMcN -200	%	10,8			22,0	23,3	25,0	21,5

¹⁾ Myllykoski Oy:n mittaus

Koepiste		8914	8915	8916	8917
EOK	kWh/t	633	707	750	576
△ CSF	%	58	60	68	59
SRE _{pu}	%	69	72	76	75
SRE _{PFI}	%	69	71	77	74
LY ₁₄	%	31	39	38	31
LY ₂₈	%	98	90	86	99

DATA 1580

MOY LAJITTELUKOE, REJEKTINJAUHATUS; PAPERITEKNISET OMINAISUUDET

		TRIAL	891416	891441	891541	891641	891741
		JAUHAMATON	635	705	750	575	
EOK	kWh/t						
PULP. CONS.	%	1.45	24.90	25.60	22.60	24.00	
PULP PH		5.1	5.0	5.1	5.3	5.2	
SHIVES (PULMAC)	%	11.73	4.27	4.06	3.33	3.65	
CSF	ml	248	103	98	80	101	
BMCN+14	%	24.7	7.7	9.7	9.4	7.7	
BMCN+28	%	28.7	28.2	25.8	24.6	28.4	
BMCN+100	%	28.8	32.4	31.5	31.0	32.6	
BMCN+200	%	7.0	9.7	9.7	10.0	9.8	
BMCN-200	%	10.8	22.0	23.3	25.0	21.5	
BRIGHTNESS	%	54.8	56.0	56.5	56.5	56.1	
BASIS WEIGHT	g/m2	74.5	71.8	71.8	71.7	71.7	
T.E.A.	J/m2	24.2	44.4	44.6	52.3	44.7	
POROSITY	s	8.8	30.8	28.5	45.5	32.8	
DENSITY	kg/m3	361	421	420	438	413	
STRETCH	%	1.7	2.6	2.8	2.9	2.6	
TENSILE INDEX	Nm/g	28.6	33.9	31.8	35.7	34.3	
TEAR INDEX	mNm2/g	6.84	7.04	6.96	6.82	6.64	
ABS. COEFF.	m2/kg	3.23	3.52	3.36	3.50	3.48	
SCATT. COEFF	m2/kg	49.93	55.27	56.29	55.83	54.82	
OPACITY	%	96.4	97.1	97.0	97.1	96.9	
CSF ¹⁾	ml	255	96	84	71	90	
SHIVES (PULMAC) ¹⁾	%	10.10	3.13	2.86	2.46	2.54	
SHIVES (PFI) ¹⁾	%	23.70	7.37	6.81	5.46	6.17	

Comment: 1) Myllykoski Oy:n mittauksia

LUKUSÄIKPL

~~TEKNILLINEN KORKEAKOULU~~
~~Puunjalostustekniikan laitos~~
~~Kirjasto~~